

SILVANA MARQUES PASTORE

**NÍVEIS DE LISINA DIGESTÍVEL EM RAÇÕES PARA GALINHAS POEDEIRAS  
LEVES NOS PERÍODOS DE 24 A 40 E DE 42 A 58 SEMANAS DE IDADE**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2014

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e  
Classificação da Biblioteca Central da UFV

T

P293n  
2014

Pastore, Silvana Marques, 1984-

Níveis de lisina digestível em rações para galinhas  
poedeiras leves nos períodos de 24 a 40 e de 42 a 58 semanas de  
idade / Silvana Marques Pastore. – Viçosa, MG, 2014.  
xiii, 60f. : il. ; 29 cm.

Orientador: Paulo Cezar Gomes.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Galinha - Nutrição - Necessidades. 2. Aminoácidos na  
nutrição animal. 3. Lisina. 4. Galinha - Registros de  
desempenho. 5. Ovos - Qualidade. I. Universidade Federal de  
Viçosa. Departamento de Zootecnia. Programa de  
Pós-Graduação em Zootecnia. II. Título.

CDD 22. ed. 636.50852

SILVANA MARQUES PASTORE

**NÍVEIS DE LISINA DIGESTÍVEL EM RAÇÕES PARA GALINHAS POEDEIRAS  
LEVES NOS PERÍODOS DE 24 A 40 E DE 42 A 58 SEMANAS DE IDADE**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 14 de fevereiro de 2014.

---

Juarez Lopes Donzele  
(Coorientador)

---

Luiz Fernando Teixeira Albino  
(Coorientador)

---

José Geraldo de Vargas Júnior

---

Helois Helena de Carvalho Mello

---

Paulo Cezar Gomes  
(Orientador)

“A possibilidade de realizarmos um sonho é o que torna a vida interessante”

Paulo Coelho.

A Deus.

Aos meus pais, Jair e Ercília.

Ao meu esposo, Will.

Aos meus irmãos, Janete e Renã.

Aos meus familiares.

Aos meus amigos.

Dedico!

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa, por meio do Departamento de Zootecnia, pela oportunidade oferecida para a realização do curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Prof. Paulo Cezar Gomes, pelo apoio e pela confiança, pelo exemplo profissional e pela orientação durante o curso de pós-graduação e durante a execução dos trabalhos.

Aos meus coorientadores Prof. Juarez Lopes Donzele e Prof. Luiz Fernando Teixeira Albino, pelo apoio e pelas sugestões para o enriquecimento deste trabalho.

Aos professores José Geraldo de Vargas Júnior e Heloisa Helena de Carvalho Mello pelas contribuições científicas para o enriquecimento deste trabalho e pela participação na banca examinadora.

À Prof<sup>a</sup>. Cristina Mattos Veloso e ao Prof. Sérgio Luiz de Toledo Barreto, pela amizade, pelo carinho e incentivo.

Aos funcionários do Setor de Avicultura da UFV, em especial aos amigos Elísio, José Lino e Adriano, pelo apoio na realização dos trabalhos e pela agradável convivência.

Aos funcionários da Fábrica de Ração da UFV, pela amizade e solicitude, em especial ao Mauro Godoi.

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia, em especial Fernanda, Venâncio e Adilson, pelo apoio e pela agradável convivência.

Aos amigos contemporâneos da pós-graduação, Clêidida, Eliane, Jorge, Gabriel (Macaé), Gabriel Pessôa, Gabriel Rocha, Renata, Roberta, Rodrigo Lopes, Rodrigo Knop, pela amizade ao longo do curso.

Aos estagiários e amigos Alcía, Ana Cristina, Leonardo, Lívia, Rodrigo Silva, Tâmara e Warley pela amizade, pelo apoio e pela dedicação imprescindíveis na realização deste trabalho.

Aos meus pais, Jair e Ercília, pelo incentivo, pelo amor e pela confiança. Obrigada pelos ensinamentos que me fizeram ser quem sou hoje e que me possibilitaram chegar aqui.

Ao meu esposo, Will Pereira de Oliveira, pelo apoio, companheirismo e amor a mim dedicados. Obrigada por fazer parte da minha vida.

Aos meus familiares, pelo incentivo e apoio durante toda minha vida acadêmica.

Aos demais professores, colegas e funcionários do Departamento de Zootecnia da UFV e a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

## BIOGRAFIA

SILVANA MARQUES PASTORE, filha de Jair Pastore e Ercília Marques Pastore, nasceu no município de Conceição do Castelo, Espírito Santo, em 10 de junho de 1984.

Em novembro de 2003, iniciou o curso de Zootecnia na Universidade Federal do Espírito Santo, graduando-se em agosto de 2008, quando também recebeu o “*Diploma Centro de Ciências Agrárias*” pelo reconhecimento do seu desempenho acadêmico.

Em agosto de 2008, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, em nível de Mestrado, concentrando seus estudos na área de Nutrição e Produção de Animais Não-Ruminantes, adquirindo o título de *Magister Scientiae* no dia 23 de julho de 2010.

Em agosto de 2010, iniciou o Curso de Doutorado em Zootecnia na Universidade Federal de Viçosa, concentrando seus estudos na área Nutrição e Produção de Animais Não-Ruminantes, submetendo-se à defesa de tese no dia 14 de fevereiro de 2014.



## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	ix
LISTA DE FIGURAS.....	x
RESUMO.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
REVISÃO DE LITERATURA.....	3
Importância da proteína e dos aminoácidos para galinhas poedeiras.....	3
Função metabólica da lisina no organismo animal .....	4
Formulação de rações segundo o conceito de proteína ideal para galinhas poedeiras.....	5
A aplicação do conceito de proteína ideal e seus benefícios ao ambiente.....	6
Lisina e sua relação com outros aminoácidos.....	7
Exigência de lisina para desempenho das galinhas poedeiras em produção.....	10
Exigência de lisina digestível e qualidade dos ovos de galinhas poedeiras.....	12
REFERÊNCIAS.....	14
<b>CAPÍTULO 1 - NÍVEIS DE LISINA DIGESTÍVEL EM RAÇÕES PARA POEDEIRAS LEVES NO PERÍODO DE 24 A 40 SEMANAS DE IDADE</b>	
RESUMO.....	22
ABSTRACT.....	23

INTRODUÇÃO.....	24
MATERIAL E MÉTODOS.....	25
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	29
CONCLUSÃO.....	37
REFERÊNCIAS.....	38
<b>CAPÍTULO 2 - NÍVEIS DE LISINA DIGESTÍVEL EM RAÇÕES PARA POEDEIRAS LEVES NO PERÍODO DE 42 A 58 SEMANAS DE IDADE</b>	
RESUMO.....	41
ABSTRACT.....	42
INTRODUÇÃO.....	43
MATERIAL E MÉTODOS.....	44
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	48
CONCLUSÃO.....	56
REFERÊNCIAS.....	57
CONCLUSÕES GERAIS.....	60

## LISTA DE TABELAS

### REVISÃO DE LITERATURA

<b>Tabela 1</b> - Perfil ideal de aminoácidos para galinhas poedeiras comerciais.....	10
---	----

### CAPÍTULO 1 - NÍVEIS DE LISINA DIGESTÍVEL EM RAÇÕES PARA POEDEIRAS LEVES NO PERÍODO DE 24 A 40 SEMANAS DE IDADE

<b>Tabela 1</b> – Quantidade de proteína bruta (PB), de cálcio e de fósforo total (Pt) dos ingredientes utilizados nas rações experimentais.....	25
--	----

<b>Tabela 2</b> – Composição e valor nutricional das rações experimentais.....	27
--	----

<b>Tabela 3</b> – Resultado do desempenho e da qualidade dos ovos das galinhas poedeiras de 24 a 40 semanas de idade alimentadas com rações contendo seis diferentes níveis de lisina digestível .....	29
--	----

### CAPÍTULO 2 - NÍVEIS DE LISINA DIGESTÍVEL EM RAÇÕES PARA POEDEIRAS LEVES NO PERÍODO DE 42 A 58 SEMANAS DE IDADE

<b>Tabela 1</b> – Quantidade de proteína bruta (PB), de cálcio e de fósforo total (Pt) dos ingredientes utilizados nas rações experimentais.....	44
--	----

<b>Tabela 2</b> – Composição e valor nutricional das rações experimentais.....	46
--	----

<b>Tabela 3</b> – Resultado do desempenho e da qualidade dos ovos das galinhas poedeiras de 42 a 58 semanas de idade alimentadas com rações contendo seis diferentes níveis de lisina digestível .....	48
--	----

## LISTA DE FIGURAS

### REVISÃO DE LITERATURA

**Figura 1** - Catabolismo da lisina e do triptofano..... 9

### CAPÍTULO 1 - NÍVEIS DE LISINA DIGESTÍVEL EM RAÇÕES PARA GALINHAS POEDEIRAS LEVES NO PERÍODO DE 24 A 40 SEMANAS DE IDADE

**Figura 1** – Efeito dos níveis de lisina digestível na ração sobre a produção de ovos de galinhas poedeiras leves no período de 24 a 40 semanas de idade..... 30

**Figura 2** – Efeito dos níveis de lisina digestível na ração sobre o peso dos ovos de galinhas poedeiras leves no período de 24 a 40 semanas de idade..... 31

**Figura 3** – Efeito dos níveis de lisina digestível na ração sobre a massa de ovos de galinhas poedeiras leves no período de 24 a 40 semanas de idade..... 32

**Figura 4** – Efeito dos níveis de lisina digestível na ração sobre a conversão alimentar por massa de ovos de galinhas poedeiras leves no período de 24 a 40 semanas de idade..... 33

**Figura 5** – Efeito dos níveis de lisina digestível na ração sobre a conversão alimentar por dúzia de ovos de galinhas poedeiras leves no período de 24 a 40 semanas de idade..... 33

**Figura 6** – Efeito dos níveis de lisina digestível na ração sobre o peso de gema dos ovos de galinhas poedeiras leves no período de 24 a 40 semanas de idade... 34

**Figura 7** – Efeito dos níveis de lisina digestível na ração sobre o ganho de peso de galinhas poedeiras leves no período de 24 a 40 semanas de idade..... 35

### CAPÍTULO 2 - NÍVEIS DE LISINA DIGESTÍVEL EM RAÇÕES PARA GALINHAS POEDEIRAS LEVES NO PERÍODO DE 42 A 58 SEMANAS DE IDADE

<b>Figura 1</b> – Efeito dos níveis de lisina digestível na ração sobre o consumo de ração de galinhas poedeiras leves no período de 42 a 58 semanas de idade.....	49
<b>Figura 2</b> – Efeito dos níveis de lisina digestível na ração sobre a produção de ovos das galinhas poedeiras leves no período de 42 a 58 semanas de idade.....	50
<b>Figura 3</b> – Efeito dos níveis de lisina digestível na ração sobre o peso dos ovos de galinhas poedeiras leves no período de 42 a 58 semanas de idade.....	51
<b>Figura 4</b> – Efeito dos níveis de lisina digestível na ração sobre a massa de ovos de galinhas poedeiras leves no período de 42 a 58 semanas de idade.....	51
<b>Figura 5</b> – Efeito dos níveis de lisina digestível na ração sobre a conversão alimentar por massa de ovos de galinhas poedeiras leves no período de 42 a 58 semanas de idade.....	52
<b>Figura 6</b> – Efeito dos níveis de lisina digestível na ração sobre o peso de gema dos ovos de galinhas poedeiras leves no período de 42 a 58 semanas de idade...	53
<b>Figura 7</b> – Efeito dos níveis de lisina digestível na ração sobre o peso de albúmen dos ovos de galinhas poedeiras leves no período de 42 a 58 semanas de idade.....	53
<b>Figura 8</b> – Efeito dos níveis de lisina digestível na ração sobre o ganho de peso de galinhas poedeiras leves no período de 42 a 58 semanas de idade.....	54

## RESUMO

PASTORE, Silvana Marques, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2014. **Níveis de lisina digestível em rações para galinhas poedeiras leves no período de 24 a 40 e de 42 a 58 semanas de idade.** Orientador: Paulo Cezar Gomes. Coorientadores: Juarez Lopes Donzele e Luiz Fernando Teixeira Albino.

Foram realizados dois experimentos no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa com o objetivo de determinar a exigência de lisina digestível para galinhas poedeiras leves nos períodos de 24 a 40 (experimento 1) e de 42 a 58 semanas de idade (experimento 2). Em cada experimento, foram utilizadas 288 galinhas poedeiras da marca comercial Hy Line W-36 distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, com seis níveis de lisina digestível (6,0; 6,6; 7,2; 7,8; 8,4 e 9,0 g/kg), oito repetições e seis aves por unidade experimental (UE). As variáveis avaliadas em cada experimento foram: consumos de ração (g/ave/dia) e de lisina digestível (mg/ave/dia), produção de ovos (%), peso médio dos ovos (g), massa dos ovos (g/ave/dia), conversões alimentares por massa (g/kg) e por dúzia de ovos (dz/kg), pesos de casca (g), gema (g) e albúmen (g) e ganho de peso das aves (g). No experimento 1 houve efeito linear crescente dos níveis de lisina digestível da ração sobre os consumos de ração e de lisina digestível. O modelo Linear Response Plateau foi o que melhor se ajustou aos dados das demais variáveis avaliadas, com exceção dos pesos de casca e de albúmen, que não foram influenciados pelos níveis de lisina da ração. No experimento 2 houve efeito linear crescente dos níveis de lisina digestível na ração sobre o consumo de lisina digestível. Não houve efeito dos níveis de lisina da ração sobre a conversão alimentar por dúzia de ovos nem sobre o peso da casca dos ovos. Para as demais variáveis analisadas, o modelo Linear Response Plateau foi o que melhor se ajustou aos dados. A exigência de lisina digestível de galinhas poedeiras leves no período de 24 a 40 semanas de idade é de 8,48 g/kg e, no período de 42 a 58 semanas de idade, de 7,68 g/kg de ração, valores que correspondem a consumos diários de lisina digestível de 813 mg/ave e 730 mg/ave, respectivamente.

## ABSTRACT

PASTORE, Silvana Marques, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February of 2014. **Levels of digestible lysine in diets for laying hens from 24 to 40 and 42 to 58 weeks of age.** Advisor: Paulo Cezar Gomes. Co-advisors: Juarez Lopes Donzele and Luiz Fernando Teixeira Albino.

Two experiments were conducted in the Poultry Sector of the Department of Animal Science, Universidade Federal de Viçosa, to determine of digestible lysine requirements for laying hens from 24 to 40 (experiment 1) and 42 to 58 weeks of age (experiment 2). Were used in each experiment, two hundred eighty-eight Hy Line W-36 laying hens were distributed in a completely randomized design with six levels of digestible lysine (6.0; 6.6; 7.2; 7.8; 8.4 and 9.0), eight replicates and six birds per experimental unit (UE). The variables evaluated in each experiment were: feed intake (g/bird/day), digestible lysine intake (mg/bird/day), egg production (%), egg weight (g), egg mass (g/bird/day), feed conversion per egg mass (g/kg), feed conversion per dozen eggs (dz/kg), eggshell weight (g), yolk weight (g) and albumen weight (g) and weight body change (g). In experiment 1 there was linear effects from digestible lysine levels on feed intake and digestible lysine intake. The Linear Response Plateau model there was better adjustment of the data of the other variables evaluated, except on eggshell weight and albumen weight, which were not affected by dietary lysine levels. In experiment 2, there increase in the levels of digestible lysine in the diet linearly improved the digestible lysine intake. There were no effect of levels of digestible lysine in the diet on feed conversion per dozen eggs and on the weight eggshell. For the remaining variables, the Linear Response Plateau model was better adjustment of the data. The digestible lysine requirements of laying hens from 24 to 40 weeks of age is 8.48 g/kg and, in the period 42-58 weeks of age, 7.68 g/kg diet, values that correspond the daily intakes of digestible lysine 813 mg/bird and 730 mg/bird, respectively.

## INTRODUÇÃO GERAL

A produção de ovos comerciais no mundo ultrapassa os 70 milhões de toneladas por ano. O Brasil é o sétimo maior produtor mundial de ovos e contribui com aproximadamente 3% do total de ovos produzidos no mundo. Entretanto, a produção brasileira de ovos é comercializada e consumida quase em sua totalidade no mercado interno, o qual absorveu, em 2013, cerca de 99% da produção nacional, revelando o consumo *per capita* de 168,7 ovos/habitante/ano e reduzida participação no mercado de exportação do produto (União Brasileira de Avicultura - UBABEF, 2014).

A produção brasileira de ovos tem aumentado gradativamente ao longo dos últimos anos. A utilização de linhagens genéticas mais produtivas, somada ao uso de rações nutricionalmente mais adequadas, tem contribuído de forma notável para o crescimento do setor. Contudo, o grande desafio atual da cadeia de produção de alimentos de origem animal, incluindo o setor de ovos, é produzir quantidade suficiente para atender à crescente demanda por alimento, porém com qualidade, baixo custo e com o mínimo impacto ambiental. Essa preocupação no setor tem levado profissionais da área a repensar os métodos de produção empregados. Assim, a avicultura de postura comercial como outros segmentos da pecuária nacional, deve buscar implantar, de forma responsável, técnicas e tecnologias sustentáveis na produção de ovos, a fim de atender às exigências do mercado. E, considerando que todo e qualquer desenvolvimento gera impactos, a sustentabilidade deve ser meta constante (Garzilo, 2013).

A utilização do conceito de proteína ideal nas formulações de ração para poedeiras comerciais é ferramenta disponível para o nutricionista que busca obter produção de ovos dentro do contexto de sustentabilidade. Poedeiras alimentadas com rações formuladas com base no conceito de proteína ideal, ou seja, com baixo nível de proteína bruta e com concomitante ajuste das relações aminoacídicas às suas necessidades, excretam menor quantidade de nitrogênio para o ambiente (Silva et al., 2010; Perreira et al., 2010), ou seja, é menor o potencial poluidor dos seus dejetos.

Para a formulação de ração segundo o conceito de proteína ideal, é importante estabelecer as relações dos aminoácidos essenciais com a lisina, escolhida como o aminoácido-referência. Nesse contexto, a determinação da exigência de lisina digestível deve ser realizada com precisão, visto que a exigência dos demais aminoácidos pode ser obtida mantendo-se o padrão das relações aminoacídicas predeterminadas da lisina com



os mesmos. Assim, o objetivo neste trabalho foi determinar a exigência de lisina digestível em rações formuladas com base no conceito de proteína ideal para galinhas poedeiras leves nos períodos de 24 a 40 e de 42 a 58 semanas de idade.

## REVISÃO DE LITERATURA

### **Importância da proteína e dos aminoácidos para galinhas poedeiras**

As proteínas são fundamentais na alimentação animal. As galinhas poedeiras, no entanto, não têm o nível específico de exigência de proteína bruta na ração, mas exigem níveis adequados de aminoácidos essenciais e de proteína bruta suficientes para suprir às necessidades dos aminoácidos não-essenciais ou de nitrogênio para a sua síntese (National Research Council - NRC, 1994).

Os aminoácidos essenciais são aqueles que os animais são incapazes de sintetizar por não produzirem enzimas específicas ou por produzi-las em quantidades insuficientes para seu próprio desenvolvimento. Para poedeiras adultas, os aminoácidos considerados essenciais são arginina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptofano e valina. Os aminoácidos histina, glicina e prolina podem ser sintetizados por poedeiras, mas a taxa insuficiente para atender às suas necessidades metabólicas em determinadas situações. Além disso, esses aminoácidos são considerados essenciais para aves em crescimento. Os aminoácidos tirosina e cisteína podem ser sintetizados quando seus precursores, fenilalanina e metionina, estão em níveis suficientes na ração.

As proteínas são constituídas por aminoácidos, que são utilizados para a síntese de proteína corporal e de compostos nitrogenados com funções fisiológicas definidas, como os neurotransmissores e os hormônios (Leningher, 1996). Os aminoácidos também são componentes essenciais do ovo, presentes no albúmen e na gema (USDA, 2012).

Estudos realizados têm comprovado que níveis elevados de proteína bruta e/ou aminoácidos na ração de poedeiras aumentam o peso dos ovos (Brumano et al., 2010; Trindade neto et al., 2011; Bouyeh et al., 2011; Calderano et al., 2012; Salama et al., 2012; Fuente-Martínez et al., 2012; Mousavi et al., 2013). De acordo com Patterson e Lorenz (1996), do total de nitrogênio ingerido por poedeiras, 34,07% são depositados nos ovos, 0,84% é retido no corpo e o restante não é aproveitado pelo animal (65,09%).

No organismo animal, a síntese e degradação proteica ocorrem de forma contínua. Estima-se que de 1 a 2% da proteína corporal são renovados (*tunorver*) diariamente. Do total de aminoácido liberados durante esse processo, 75 a 80% são reutilizados na síntese de novas proteínas e o restante é metabolizado para resíduos de nitrogênio e glicose, cetonas e/ou dióxido de carbono (Moreira & Scapinello et al., 2004).

As aves são capazes de sintetizar proteínas que contenham 20 L-aminoácidos utilizando os aminoácidos livres disponíveis no organismo. Contudo, esse aporte adicional de aminoácido proveniente da degradação muscular não atende às necessidades para o ótimo desempenho das poedeiras. Logo, fontes de aminoácidos devem ser adicionadas na ração visando ao atendimento diário das suas necessidades.

### **Função metabólica da lisina no organismo animal**

A lisina é um aminoácido essencial para as poedeiras, visto que essas aves não são capazes de sintetizá-la e necessitam de sua ingestão por meio da proteína intacta do alimento ou por fontes industriais, como L-lisina HCl (Rocha et al., 2009). Hoje, com a disponibilidade no mercado de aminoácidos cristalinos a preços compatíveis, inclusive a lisina, é possível a produção de rações com baixo teor de proteína bruta e o concomitante ajuste das relações aminoacídicas às necessidades das aves. Essas rações permitem reduzir a excreção de nitrogênio para o ambiente e ainda favorecem o desempenho das poedeiras.

A lisina, juntamente com os demais aminoácidos ingeridos, é absorvida no intestino. Já na corrente sanguínea, os aminoácidos são imediatamente utilizados para suas funções e o excesso, rapidamente catabolizado pelo fígado para formar energia. Os aminoácidos cetogênicos, lisina e leucina, são degradados a acetil-Coa ou acetacetato e são convertidos em ácidos graxos ou corpos cetônicos para serem usados como fonte de energia. Entretanto, carboidratos e lipídios podem suprir a necessidade energética do animal a custo mais baixo (Moreira & Scapinello, 2004), assim, o consumo em excesso de lisina e dos demais aminoácidos é dispendioso.

A lisina tem função específica na composição corporal, seu principal papel está relacionado à síntese proteica. Além da síntese de proteína muscular, a lisina também é precursora da carnitina, um derivado proteico de membrana que participa no transporte de ácidos graxos de cadeia longa para o interior das mitocôndrias, onde são beta-oxidados (Champe & Harvey, 1997; Ribeiro et al., 2011).

Outra função da lisina é a formação da matriz óssea. As ligações cruzadas entre os resíduos de lisina e hidroxilisina estabilizam a estrutura fibrilar do colágeno e aumentam a força mecânica do osso, tornando o colágeno ósseo mais denso e menos solúvel que o da pele e dos tendões (Smith et al., 1988).

A lisina é importante também na composição do ovo. De acordo com USDA (2012), em cada 100 g da parte comestível do ovo, há 0,912 g de lisina e, desse total, 54,4% estão no albúmen e 42,6% na gema do ovo.

### **Formulação de rações segundo o conceito de proteína ideal para galinhas poedeiras**

A proteína necessária para manutenção do metabolismo corporal das poedeiras e para a produção de ovos é proveniente da dieta, cujos aminoácidos são usados para exercer inúmeras funções no organismo. Como exemplos dessas funções, destacam-se a função metabólica e a constituição de tecidos estruturais e de proteção, como pele, ligamentos, músculos e penas, entre outros.

Antigamente, o único critério aplicado na formulação de rações para galinhas poedeiras era o atendimento ao valor de proteína bruta. Posteriormente, passou a se utilizar os níveis de aminoácidos totais para atender às necessidades proteicas das poedeiras. Atualmente, as formulações de ração são feitas com base no conceito de proteína ideal, utilizando-se valores de aminoácidos digestíveis e as relações ideais entre a lisina e os demais aminoácidos.

O conceito de proteína ideal refere-se ao balanço adequado dos aminoácidos capaz de atender às necessidades de todos os aminoácidos essenciais, sem excesso nem deficit, expressando-os como porcentagem da lisina. Com a aplicação desse conceito, busca-se minimizar os desvios dos aminoácidos essenciais, seja para produção de energia seja para síntese de aminoácidos não-essenciais e, ou, para catabolismo, e melhorar a relação custo-benefício das formulações de ração (Firman et al., 1998).

Para determinação do perfil ideal de aminoácidos proposto pelo conceito de proteína ideal, utiliza-se a lisina como aminoácido-referência. Entre as razões, destacam-se a simplicidade de sua determinação analítica e o uso exclusivo na síntese de proteínas. Nesse contexto, a determinação da exigência de lisina digestível deve ser determinada com precisão, visto que a atualização da exigência dos demais aminoácidos pode ser ajustada mantendo-se o padrão de relação aminoacídicas predeterminadas da lisina com os mesmos.

A suplementação dos aminoácidos essenciais é indispensável nas formulações de ração com base no conceito da proteína ideal, uma vez que a redução da proteína bruta da ração restringe as fontes naturais desses aminoácidos. Atualmente, com a produção de aminoácidos cristalinos em escala comercial e a preços compatíveis, é possível

utilizá-los na ração e reduzir os custos de produção. Entretanto, vários fatores intrínsecos de cada unidade de criação, como os estresses térmico e sanitário, podem influenciar nas exigências dos aminoácidos pelas poedeiras. Dessa forma, recomenda-se na prática levar em consideração o perfil ideal dos aminoácidos com a lisina para formular as rações para galinhas poedeiras, e não somente o valor absoluto das recomendações.

Para as condições ambientais brasileiras de temperatura elevada, Garcia (2004) sugere elevar a quantidade de aminoácidos cristalinos em detrimento ao teor de proteína bruta da ração, a fim de reduzir a produção de calor endógeno das aves. Sabe-se que o catabolismo do excesso de aminoácidos circulantes aumenta o gasto de energia e a produção de incremento calórico, o que pode afetar o desempenho das aves. Contudo, deve-se analisar criticamente a quantidade de aminoácidos cristalinos incluídos na ração em detrimento a proteína bruta a fim de minimizar o efeito antagonista entre eles. No entanto, se bem manejada, a formulação de rações com base no conceito de proteína ideal é a ferramenta disponível ao nutricionista que visa aumentar a produção de ovos, especialmente em regiões com temperaturas superiores à zona de termoneutralidade para poedeiras (27°C).

### **A aplicação do conceito de proteína ideal e seus benefícios ao ambiente**

Para suprir a crescente demanda por alimento, o setor de produção animal tem investido na intensificação dos sistemas de produção, utilizando maior número de animais por área, e na incorporação de novas técnicas e tecnologias desenvolvidas para melhorar a produtividade. Como resultado dessa intensificação, maiores quantidades de dejetos são produzidas por área de produção.

Grande parte dos dejetos gerados no setor avícola tem como destino o meio ambiente. Muitas vezes, esses dejetos são usados como adubo. Contudo, o uso de resíduos avícolas em níveis excessivos pode causar toxidez aos solos e lençóis freáticos. Diante disso, é notável a crescente preocupação com a poluição ambiental causada pela produção animal, a qual tem sido responsável por importantes repercussões mundiais, principalmente na Europa. Assim, o desafio atual é produzir alimentos dentro dos princípios de sustentabilidade sócio-ambiental e de bem-estar animal, no intuito de preservar os recursos naturais do planeta e garantir melhor qualidade de vida aos seus habitantes como um todo.

Uma forma de reduzir o impacto da produção animal sobre o meio ambiente é diminuir a quantidade de nutrientes excretados pelos animais. Sabe-se que o excesso de aminoácidos da ração das aves é metabolizado a ácido úrico e pode afetar a quantidade de nitrogênio excretada no meio ambiente. Nesse contexto, a formulação de ração segundo o conceito da proteína ideal também contribui para o menor impacto ambiental, já que o melhor aproveitamento dietético das rações pelas aves diminui a excreção de nitrogênio presente nos seus dejetos (Grana, 2008).

Em estudo com poedeiras leves no período de 48 a 56 semanas de idade, Silva et al. (2010) verificaram que a redução da proteína bruta da ração de 18% para 12% diminuiu em 47% a excreção de nitrogênio pelas aves. Perreira et al. (2010) também observaram redução de 28% na excreção de nitrogênio por poedeiras semipesadas às 44 semanas de idade quando alimentadas com ração com 13% de proteína bruta.

Entre as formas de excreção do nitrogênio pelas poedeiras, está o íon-amônio ( $\text{NH}_4^+$ ), que é convertido em amônia ( $\text{NH}_3^+$ ) com a elevação do pH e sob condições de umidade. Amônia é um gás tóxico que, em concentrações elevadas, prejudica a saúde humana e animal. Por sua rápida volatilização, pode afetar a qualidade do ar dentro do aviário e aumentar a formação de micropartículas (2,5 e 5  $\mu\text{m}$ ) (Patterson & Adrizal, 2005). Dessa forma, a formulação de rações com base no conceito de proteína ideal, além dos benefícios nutricionais e econômico, também reduz a excreção de agentes nocivos ao meio ambiente, contribuindo para a qualidade do ar nos galpões avícolas.

### **Lisina e sua relação com outros aminoácidos**

Para o ótimo desempenho animal devem estar presentes na ração todos os nutrientes requerido pelos animais, e entre aqueles indispensáveis, estão os aminoácidos, que desempenham diversas funções metabólicas no organismo animal. Contudo, a ingestão em excesso desses nutrientes pode ter efeitos negativos no desempenho dos animais. Da mesma forma, D'Mello (1994) afirmou que efeitos adversos podem surgir em caso de consumo de ração com perfil aminoacídico alterado (desbalanço de aminoácidos) em relação à exigência para ótima utilização nos tecidos. Assim, deve-se fornecer rações que atendam à exigência nutricional das aves e cujas relações entre os aminoácidos sejam respeitadas, a fim de se garantir o ótimo desempenho das poedeiras.

A lisina é considerada o terceiro aminoácido mais tóxico para as aves (Koelkebeck et al., 1991). Quando ingerida em quantidades superiores às exigências

das aves, pode desencadear efeito aminostático e afetar o consumo. Figueiredo et al. (2012) avaliaram diferentes níveis de lisina (0,675; 0,743; 0,811 e 0,879%) na ração e observaram redução linear no consumo de ração à medida que aumentaram os níveis de lisina. Segundo os autores, o desbalanço aminoacídico causado pelo aumento dos níveis de lisina na ração, visto que os níveis dos demais aminoácidos permaneceram constantes, provocou alterações fisiológicas com efeitos metabólicos que influenciam o comportamento alimentar.

Acredita-se que, sob condições de desbalanço, ocorra queda nos níveis de aminoácidos limitantes no plasma sanguíneo, detectada no córtex pre-piriformis anterior do cérebro, seguida por mudanças comportamentais da ingestão alimentar (Leung et al., 1971; Gietzen, 1993). A alta relação lisina-arginina em rações para aves pode levar à formação do aminoácido homoarginina, que também afeta negativamente o apetite (Angakanaporn et al., 1997), reduz o consumo (Macari et al., 2002) e prejudica o desempenho das aves (Angakanaporn et al., 1997).

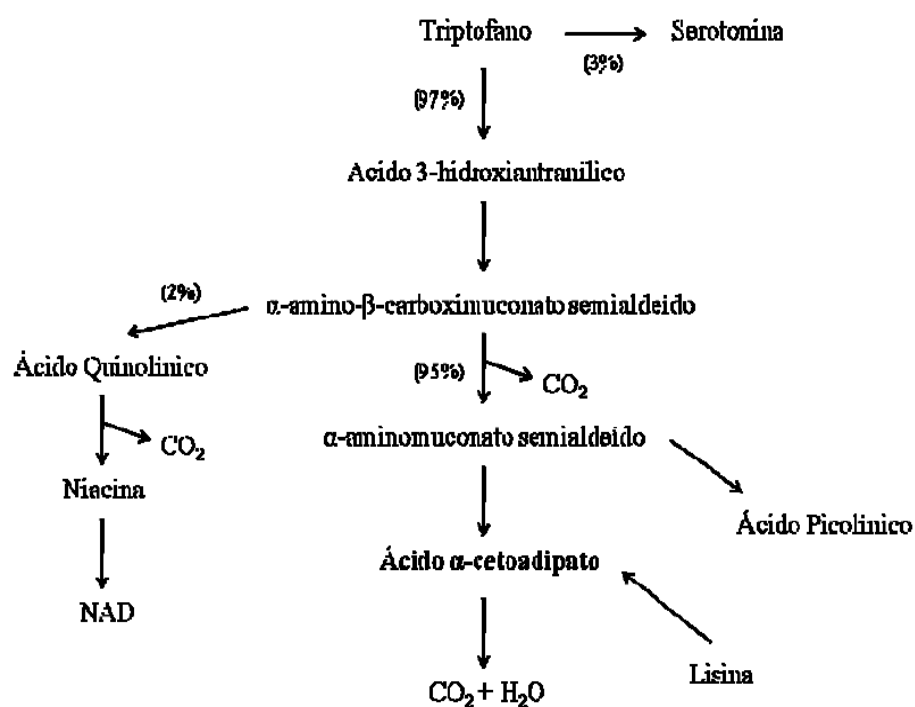
A alta relação lisina-arginina em rações para aves também pode provocar o desenvolvimento de sintomas de deficiência de arginina (Kidd et al., 1998), devido à competição pelos sítios de absorção nos enterócitos e ao desbalanço dos aminoácidos na ração. De acordo com Nunes (1998), o desbalanço difere do antagonismo, por não envolver apenas os aminoácidos de estrutura semelhante. O antagonismo entre aminoácido é responsável pelo aumento da exigência de determinado aminoácido quando seu antagonista está em níveis elevados na ração.

O aminoácido antagonista inibe de alguma maneira o metabolismo de seu análogo natural e, às vezes, leva ao desenvolvimento de sintomas similares àqueles causados pela deficiência do aminoácido antagonizado. Essa inibição pode ser reversível ou irreversível, mas, em geral, a administração do aminoácido antagonizado provoca a reversão do fenômeno ou, pelo menos, impede que seja manifestado os sinais de deficiência (Umigi, 2009).

A lisina e arginina são exemplos de aminoácidos antagonistas. A lisina, quando fornecida em excesso, estimula a arginase renal, aumentando o catabolismo de arginina no organismo (D'Mello, 1994), diminui a atividade da enzima glicinamidinotransferase no fígado e, possivelmente, limita a formação de creatina (Andriquetto et al., 2003). Entretanto, o aumento do nível de arginina na ração rica em lisina alivia o efeito redutor causado pelo antagonismo (Gadelha et al., 2003), como demonstrado por Dean et al. (1968), em pesquisa na qual observaram que a suplementação de 1% de lisina na ração

causou reduções de 33% no ganho de peso e 16% no consumo de aves e que ambas as variáveis foram recuperadas com a adição de L-arginina à ração, embora o consumo não tenha atingido o valor original. Segundo esses autores, é possível que a ração tivesse deficiência de outro aminoácido, pois, enquanto o peso melhorou mediante a suplementação de L-arginina, o ganho por arginina consumida diminuiu progressivamente.

Os níveis de lisina na dieta influenciam o metabolismo de triptofano em aves. O catabolismo da lisina e do triptofano possuem um mesmo intermediário, que é o ácido  $\alpha$ -cetoadipato (Figura 1). Em estudo com frangos de corte, Augspurger & Baker (2007) observaram que o excesso de lisina na ração minimizou o efeito negativo de uma ração deficiente em niacina e com níveis adequados de triptofano sobre o desempenho dos frangos. A explicação, segundo os autores, seria a de que o excesso de lisina na ração leva ao aumento da produção de niacina a partir do triptofano. Os produtos finais do catabolismo do triptofano são  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ . A conversão do ácido  $\alpha$ -cetoadipato em  $\text{CO}_2$  é inibida pelo seu produto. O acúmulo do ácido  $\alpha$ -cetoadipato leva ao aumento do fluxo do amino carboximuconato semialdeído para a produção de niacina e NAD.



Adaptado de Angspurger & Baker (2007)

Figura 1 – Catabolismo da lisina e do triptofano.

Sabe-se que, com base do conceito de proteína ideal, existe a relação entre a lisina e os outros aminoácidos (Tabela 1) e que essas relações devem ser respeitadas para se



evitar prejuízos no desempenhos das aves. Entretanto, as relações entre os aminoácidos e a lisina podem modificar em função de vários fatores, como idade, sexo e ambiente. Quando submetidas a diferentes temperaturas, as aves têm sua concentração plásmatica de hormônios alterada, os quais estão diretamente relacionados ao metabolismo proteico, portanto, é provável que o perfil de aminoácidos também seja alterado com a temperatura (Tejedor et al., 2002). Nesse contexto, Oliveira Neto et al. (2009) complementaram que as relações aminoacidicas podem variar, dependendo das condições ambientais e sanitárias a que as aves estão submetidas.

Tabela 1 - Perfil ideal de aminoácidos para galinhas poedeiras comerciais

Aminoácido	NRC (1994) <sup>a</sup>	CVB (1996) <sup>b</sup>	Coo & Zhan (1999) <sup>c</sup>	Leeson & Summers (2005) <sup>d</sup>	Bregendahl et al. (2008) <sup>e</sup>	Rostagno et al. (2011) <sup>f</sup>
Lisina	100	100	100	100	100	100
Arginina	101	---	130	103	---	100
Isoleucina	94	79	86	79	79	76
Metionina	43	50	49	51	47	50
Metionina + cistina	84	93	81	88	94	91
Treonina	68	66	73	80	77	76
Triptofano	23	19	20	21	22	23
Valina	101	86	102	89	93	95

<sup>a</sup>Calculado a partir da exigência total de aminoácidos; <sup>b</sup>Calculado a partir de recomendações de aminoácidos digestíveis; <sup>c</sup>Com base em exigências de aminoácidos digestíveis; <sup>d</sup>Calculado a partir de recomendações de aminoácidos totais de 32 a 45 semanas de idade de galinhas poedeiras; <sup>e</sup>Baseado em exigências de aminoácidos digestíveis para máxima massa de ovos em 28 a 34 semanas de idade de galinhas poedeiras; <sup>f</sup>Com base em exigências de aminoácido digestível.

### Exigência de lisina para desempenho de galinhas poedeiras em produção

O desempenho produtivo dos animais é diretamente dependente do suprimento dos nutrientes na dieta, entre eles, os aminoácidos, que são obtidos pelos animais por meio da quebra da proteína dietética ou da ingestão de fontes industriais. Contudo, quando ingerida em excesso ou em desbalanço aminoacídico, a proteína é metabolizada, gerando alto incremento calórico, aumento na excreção de ácido úrico e gasto de energia (Lorençon, 2008). Dessa forma, a determinação do real valor de exigência de lisina para poedeiras em produção contribuirá para se alcançarem desempenhos produtivos satisfatórios das aves e para a redução da excreção de resíduos nocivos para o ambiente.

As exigências dos aminoácidos por poedeiras são amplamente afetadas por fatores como: genética, idade, produção, temperatura ambiental, condições sanitárias, balanço e disponibilidade de outros aminoácidos, entre outros. Esses fatores podem agir individualmente ou em conjunto, o que pode interferir diretamente no consumo e na eficiência de utilização do aminoácido, o que acarretará alteração na estimativa de sua

exigência. Dessa forma, é grande o número de resultados conflitantes nos estudos em que são avaliados os efeitos de níveis de lisina sobre as variáveis de desempenho de poedeiras em produção.

Em estudo conduzido por Bonekamp et al. (2010), foi verificado que, enquanto a produção de ovos brancos foi maximizada com o consumo de 600 mg/ave/dia de lisina, a produção de ovos marrons foi maior com o consumo de 800 mg/ave/dia de lisina (referente ao consumo no maior nível de lisina avaliado). Entretanto, Sá et al. (2007) em pesquisa com poedeiras leves e semipesadas no período de 34 a 50 semanas de idade, sugeriram consumos diários de lisina digestível de 893 mg/ave (0,732% de lisina na ração) e 804 mg/ave (0,715% de lisina na ração) como exigências para poedeiras leves e semipesadas, respectivamente. Cupertino et al. (2009), por sua vez, recomendaram os níveis de 0,724 e 0,692% de lisina digestível na ração, que correspondem as ingestões diárias de 784 e 748 mg de lisina/ave para poedeiras leves e semipesadas, respectivamente, no período de 54 a 70 semanas de idade.

Em estudo realizado para avaliar as exigências de lisina digestível para poedeiras leves no período de 24 a 40 semanas de idade, Rocha et al. (2009) observaram efeito linear do aumento do nível de lisina sobre a produção, a massa e o peso dos ovos e a conversão alimentar por dúzia de ovos. Pelos resultados obtidos, esses autores estabeleceram como exigência de lisina digestível o nível mínimo de 0,770%, que corresponde ao consumo médio diário de lisina digestível de 759 mg/ave. Todavia, Oliveira Neto et al. (2011) indicaram o nível de 0,875% de lisina digestível para poedeiras leves no período de 24 a 39 semanas de idade para melhores resultados de desempenho produtivo e características internas do ovo. Em pesquisa com poedeiras semipesadas no período de 50 a 66 semanas de idade, Reis et al. (2010) recomendaram o nível de 0,79% de lisina na ração, enquanto, em estudo similar, Silva et al. (2010) sugeriram o nível de 0,870% de lisina total na ração, correspondente ao consumo diário de 876 mg/ave para poedeiras leves com 68 semanas de idade. Concomitantemente, Pacheco et al. (2010) estimaram para melhor taxa de postura de poedeiras semipesadas no período de 48 a 60 semanas de idade a exigência de 0,578% de lisina digestível na ração com consumo diário de ração de 113,1 g/ave.

Em estudo com diferentes níveis de lisina digestível (0,560; 0,612; 0,677; 0,749; 0,851%) em rações para poedeiras semipesadas no período de 24 a 36 e de 48 a 60 semanas de idade, Trindade Neto et al. (2011) concluíram que níveis elevados de lisina digestível na ração melhoram o desempenho produtivo e a qualidade dos ovos.

Posteriormente, Santos et al. (2012) recomendaram a ingestão de lisina de 876 mg/ave/dia (0,75% de lisina na ração) para poedeiras semipesadas no período de 28 a 44 semanas de idade.

Nas Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos, Rostagno et al. (2011) recomendam o nível de lisina digestível em 0,777% para poedeiras leves com consumo diário de 103 g, enquanto o NRC (1994), por sua vez, propõe o consumo de 690 mg/ave/dia para poedeiras leves. Em revisão com base em dez artigos de exigência de lisina para poedeiras em pico de postura, Joly (2012) concluiu que a exigência é de 795 mg/dia/ave. Recentemente, Rama Rao et al. (2013), em estudo com poedeiras leves no período de 39 a 74 semanas de idade, recomendaram o nível de 0,65% de lisina digestível (640 mg/ave/dia) na ração para a ótima produção de ovos com o peso médio de 53,4 g. Em estudo anterior, Rama Rao et al. (2011) recomendaram o nível de 0,70% de lisina digestível na ração para poedeiras leves no período de 21 a 72 semanas de idade em condições ambientais de clima tropical, ou seja, temperaturas entre 22 e 35,5°C.

### **Exigência de lisina digestível e qualidade dos ovos de galinhas poedeiras**

É notável o crescimento das indústrias de processamento de ovos nos últimos anos. Gerada inicialmente para o aproveitamento dos ovos fora dos padrões de classificação do mercado, atualmente essas indústrias possuem critérios específicos para aquisição dos ovos. Algumas empresas priorizam o peso dos ovos, mínimo de 60 g, levam em consideração a relação gema:albúmen e a porcentagem de sólidos totais, tanto no ovo como nos seus componentes comestíveis (Faria et al., 2002). Esses critérios foram desenvolvidos visando à maior produtividade de diversos ovoprodutos disponíveis no mercado de forma a atender à crescente demanda do mercado consumidor.

Frente ao estabelecimento de critérios mínimos pela indústria de processamento de ovos e à crescente demanda do mercado mundial por ovoprodutos, torna-se importante em pesquisas com poedeiras a determinação da qualidade interna dos ovos, principalmente quando se procura determinar a exigência nutricional para poedeiras, tendo em vista a possibilidade de alterações na qualidade interna dos ovos decorrentes dos níveis nutricionais utilizados nas rações das poedeiras (Deponti et al., 2007).

Em estudo conduzido por Novak et al. (2004), esses autores verificaram aumento no percentual de albúmen dos ovos de poedeiras leves alimentadas com rações

formuladas com 959 mg de lisina total/ave/dia em comparação aos ovos das aves alimentadas com rações contendo 860 mg de lisina total/ave/dia. Os autores notaram ainda que esse aumento refletiu diretamente no percentual de sólidos do albúmen. Similarmente, Gunawadana et al. (2008) observaram aumento nos pesos da gema e do albumén com a suplementação de lisina na ração de poedeiras semipesadas no período de 39 a 52 semanas de idade.

Avaliando o efeito dos níveis de lisina (5,0; 6,0; 7,0; 8,0; 9,0 e 10 g/kg) em rações para poedeiras semipesadas no período de 48 a 60 semanas de idade, Trindade Neto et al. (2011) observaram efeito quadrático dos níveis desse aminoácido na ração sobre o peso do albúmen e os teores de lipídio e proteína do ovo e concluíram que o nível de 0,638% de lisina digestível, com ingestão diária de 707 mg/ave de lisina, atendeu às necessidades para qualidade de ovo de galinhas poedeiras semipesadas.

Por outro lado, Rocha et al. (2009) avaliaram a administração de diferentes níveis de lisina digestível (5,45 a 7,70 g/kg) em rações para poedeiras leves no pico de produção e observaram que a qualidade interna dos ovos não foi influenciada. De forma semelhante, Jardim Filho et al. (2010) testaram níveis de lisina digestível variando de 6,0 a 9,0 g/kg de ração e não notaram alteração na qualidade interna dos ovos de poedeiras leves no pico de postura. Al-Saffar (2009) também não observou efeito dos níveis de lisina da ração sobre a composição do ovo.

## REFERÊNCIAS

AL-SAFFAR, A. The interaction of dietary lysine and temperature on the reproductive performance of broiler breeders. In: 2nd MEDITERRANEAN SUMMIT OF WPSA, 2009. Antalya. **Proceeding...** Antalya: World Poultry Science Association, 2009. 143-147p.

ANDRIGUETTO, J.M.; PER, Y.L.; MINARDI, I. et al. **Nutrição animal**. 2.ed. São Paulo: Nobel, 2003. 425p.

ANGAKANAPORN, K.; RAVINDRAN, V.; BRYDEN, W.L. Resynthesis of homoarginine in chickens is influenced by dietary concentrations of lysine and arginine. **Nutrition Research**, v.17, p.99-110, 1997.

AUGSPURGER, N.R.; BAKER, D.H. Excess dietary lysine increases growth of chicks fed niacin-deficient diets, but dietary quinolinic acid has no niacin-sparing activity. **Poultry Science**, v.83, p.447-455, 2004.

BONEKAMP, R.P.; LEMME, A.; WIJTEN, P.J. et al. Effects of amino acids on egg number and egg mass of brown (heavy breed) and white (light breed) laying hens. **Poultry Science**, v.89, p.522-529, 2010.

BOUYEH, M.; GEVORGIAN, O.X. Influence of different level of lysine, methionine and protein on the performance of laying hens after peak. **Journal of Animal and Veterinary Advances**, v.10, p.532-537, 2011.

BREGENDAHL, K.; ROBERTS, S.A; KERR, B. et al. Ideal ratios of isoleucine, methionine, methionine plus cystine, threonine, tryptophan, and valine relative to lysine for white leghorn-type laying hens of twenty-eight to thirty-four weeks of age. **Poultry Science**, v.87, p.744-758, 2008.

BRUMANO, G.; GOMES, P.C.; DONZELE, J.L. et al. Níveis de metionina + cistina digestível em rações para poedeiras leves no período de 24 a 40 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.1228-1236, 2010.

CALDERANO, A.A.; GOMES, P.C.; DONZELE, J.L. et al. Digestible tryptophan:digestible lysine ratio in diets for laying hens from 24 to 40 weeks of age. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, p.2176-2182, 2012.

CHAMPE, P.C.; HARVEY, R.A. **Bioquímica ilustrada**. 2 ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

COON, C.; ZHANG, B. Ideal amino acid profile for layer examined. **Feedstuffs**, v.71, p.13-15, 1999.

CUPERTINO, E.S.; GOMES, P.C.; ALBINO, L.F.T. et al. Exigência nutricional de lisina digestível para galinhas poedeiras de 54 a 70 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.480-487, 2009.

CVB – CENTRAAL VEEVOEDERBUREAU. Amino zurenbehoefte van leghennen en vleeskuikens [Amino acid requirements for hens and broiler chickens]. Documentation Report nr. 18 (in Dutch), **Central Veevoederbureau**, Lelystad, the Netherlands. 1996.

D'MELLO, J.P.F. Responses of growing poultry to amino acids. In: AMINO ACID IN FARM ANIMAL NUTRITION. 1994. Edimburgh. **Proceedings...** Edimburgh: CAB International, 1994. 205-243p.

DEAN, W.F.; SCOTT, H.M. Ability of arginine to reverse the growth depression induced by supplementing a crystalline acid diet with excess lysine. **Poultry Science**, v.47, p.341-342, 1968.

DEPONTI, B.J.; FARIA, D.E.; FARIA FILHO, D.E. Exigências de triptofano e padrão de recuperação do desempenho de poedeiras comerciais após alimentação com rações deficientes em triptofano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.1324-1330, 2007.

FARIA, D.E.; HARMS, R.H.; RUSSELL, G.B. Threonine requirement of commercial laying hens fed a corn-soybean meal diet. **Poultry Science**, v.81, p.809-814, 2002.

FIGUEIREDO, G.O.; BERTECHINI, A.G.; FASSANI, E.J. et al. Performance and egg quality of laying hens fed with dietary levels of digestible lysine and threonine. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.64, p.743-750, 2012.

FIRMAN, J.D.; BOLING, S.D. Ideal protein in turkeys. **Poultry Science**, v.77, p.105-110, 1998.

FUENTE-MARTÍNEZ, B.; MENDOZA-MARTÍNEZ, G.D.; ARCE-MENOCAL, J. et al. Respuesta productiva de gallinas a dietas con diferentes niveles de proteína. **Archivos de Medicina Veterinária**, v.44, p.67-74, 2012.

GADELHA, A.C.; DAHLKE, F.; FARIA FILHO, D.E. et al. Interação entre arginina e lisina altera as respostas produtivas e a incidência de problemas de pernas em frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.5, p.75, 2003.

GARCIA, J.R.M. **Avanços na nutrição da poedeira moderna**. [2004]. Disponível em: <[http://www.hylinedobrasil.com.br/website/production/downloads/6\\_palestra\\_CBNA.pdf](http://www.hylinedobrasil.com.br/website/production/downloads/6_palestra_CBNA.pdf)> Acesso em: 25 de junho de 2013.

GARZILLO, J.M.F. Sustentabilidade na avicultura de postura. In: XI CONGRESSO APA – PRODUÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DE OVOS, 2013. Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: Associação Paulista de Avicultura [2013]. (CD-ROM).

GIETZEN, D.W. Neural mechanisms in the response to amino acid deficiency. **Journal of Nutrition**, v.123, p.610-625, 1993.

GRANA, A.L. **Estratégias nutricionais para frangos de corte**. 2008. 102f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG.

GUNAWARDANA, P.; ROLAND, D.A; BRYANT, M.M. Performance comparison and lysine requirements of seven commercial brown egg layer strains during phase one. **International Journal Poultry Science**, v.7, p.806-812, 2008.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. [2013]. Disponível em: <www.ibge.gov.br > Acesso em: 12/07/13.

JARDIM FILHO, R.M.; STRINGHINI, J.H.; ANDRADE, M.A. et al. Níveis de lisina digestível para poedeiras Hy-Line W-36 em produção. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.787-795, 2010.

JOLY, P. **Reevaluation of Amino Acid Requirements for Laying Hens. Part 2: Lysine Requirement**. 2012. Disponível em: <<http://en.engormix.com/MA-poultry-industry/nutrition/articles/lysine-requirements-t1914/141-p0.htm>> Acesso em: 20/11/2013.

KIDD, M.T.; KERR, B.J. Dietary arginine and lysine rations in large white toms. 2. Lack of interaction between arginine: lysine rations and electrolyte balance. **Poultry Science**, v.77, p.864-869, 1998.

KOELKEBECECK, K.W.; BAKER, D.H.; HAN, Y. et al. Research note: effect of excess lysine, methionine, threonine or tryptophan on production performance of laying hens. **Poultry Science**, v.70, p.1651-1653, 1991.

LEESON, S.; SUMMERS, J.D. **Commercial poultry production**. 3.ed. Guelph: University Books, 2005. 398p.

LENINGHER, A. L. **Princípios de bioquímica**. 2 ed. São Paulo: Sarvier. 1996. 839p.

LEUNG, P.M.B.; ROGERS, Q.R. Importance of prepyriform cortex in food intake response of rats to amino acids. **American Journal of Physiology**, v.221, p.929-935, 1971.

LORENÇON, L. **Níveis de metionina+cistina digestível e de proteína bruta para codornas de corte**. 2008. 48f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá – Pr.



MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. **Fisiologia Aplicada a frango de corte**. 2.ed. Jaboticabal: Funep/Unesp, 2002. 375p.

MOREIRA, I.; SACAPINELLO, C. Metabolismo protéico em aves. In: CURSO DE FISILOGIA DA DIGESTÃO E METABOLISMO DOS NUTRIENTES EM AVES, 2004, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: UNESP, 2004.

MOUSAVI, S.N.; KHALAJI, S.; GHASEMI-JIRDEHI, A. et al. Investigation on the effects of dietary protein reduction with constant ratio of digestible sulfur amino acids and threonine to lysine on performance, egg quality and protein retention in two strains of laying hens. **Italian Journal of Animal Science**, v.12, p.9-15, 2013.

NOVAK, C.L.; YAKOUT, H.S.; SCHEIDELER, S. The combined of dietary lysine and total sulfur amino acid level on egg production parameters and egg components in dekalb delta laying hens. **Poultry Science**, v.83, p.977-984, 2004.

NRC - National Research Council. **Nutrient Requirements of Poultry**. 9.ed. Washington: National Academy Press. 1994.

NUNES, I.J. **Nutrição animal básica**. 2.ed. Belo Horizonte: FEP MVZ, 1998. 388p.

OLIVEIRA NETO, A.M.; AZEVEDO, M.S.P.; BARBOSA, R.J. et al. Desempenho produtivo e qualidade interna do ovo de poedeiras comerciais submetidas a diferentes relações de lisina digestível In: XXI CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA – ZOOTEC, 2011. **Anais...** Maceió: Universidade Federal de Alagoas, [2011]. (CD ROM).

OLIVEIRA NETO, A.R.; OLIVEIRA, W.P. Aminoácidos para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.205-208, 2009.

PACHECO, B.H.C.; TRINDADE NETO, M.A.; ALBUQUERQUE, R. et al. Níveis de lisina digestível e zinco quelato sobre os parâmetros produtivos de poedeiras marrons. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.2447-2452, 2010.

PATTERSON, P.H.; ADRIZAL. Management strategies to reduce air emissions: emphasis-dust and ammonia. **Journal of Applied Poultry Research**, v.14, p.638-650, 2005.

PATTERSON, P.H.; LORENZ, E.S. Manure nutrient production from commercial white leghorn hens. **Journal of Applied Poultry Research**, v.5, p.260-268, 1996.

PEREIRA, A.A.; JUNQUEIRA, O.M.; ALVA, J.C.R. et al. Utilização de rações de poedeiras comerciais formuladas com fitase e níveis de proteína bruta sobre a excreção de fósforo, nitrogênio e cálcio. **Ars Veterinaria**, v.26,p.178-183, 2010.

RAMA RAO, S.V.; RAVINDRAN, V; SRILATHA, T. et al. Effect of dietary concentrations of energy, crude protein, lysine, and methionine on the performance of White Leghorn layers in the tropics. **The Journal of Applied Poultry Research**, v.20, p.528-254, 2011.

RAMA RAO, S.V.; K KUMARI, N.R.; LATHA, T. S. et al. Influence of lysine levels on performance of layers with sub optimal protein in diet. **International Journal of Food, Agriculture and Veterinary Sciences**, v.13, p.17-25, 2013.

REIS, C.C. Exigência de lisina digestível para poedeiras comerciais semipesadas no período de 50 a 66 semanas de idade. In: IV SEMINÁRIO: SISTEMAS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA - CIÊNCIAS AGRÁRIAS, ANIMAIS E FLORESTAIS, **Anais...** Dois Vizinhos: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2010.

RIBEIRO, C.L.N. **Níveis de lisina digestível em rações para codornas japonesas em postura**. 2011. 50f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG.

ROCHA, T.C.; GOMES, P.C.; DONZELE, J.L. et al. Níveis de lisina digestível em rações para poedeiras no período de 24 a 40 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.1726-1731, 2009.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3.ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2011. 252p.

SÁ, L.M.; GOMES, P.C.; ROSTAGNO, H.S. et al. Exigência nutricional de lisina digestível para galinhas poedeiras no período de 34 a 50 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.1829-1836, 2007.

SALAMA, A.A.; EL-SHEIKH, E.M. Effect of dietary protein and calcium level on productive performance of local laying hens under desert conditions. **Egyptian Poultry Science**, v.32, p.75-93, 2012.

SANTOS, T.A.; GERALDO, A.; MACHADO, L.C. et al. Níveis de lisina digestível em rações para poedeiras semi-pesadas e seus efeitos sobre a qualidade da casca dos ovos. In: XXII CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 2012. Cuiabá. **Anais...** Cuiabá: Associação Brasileira de Zootecnia, 2012.

SILVA, M.F.R.; FARIA, D.E.; RIZZOLI, P.W. et al. Desempenho, qualidade dos ovos e balanço de nitrogênio de poedeiras comerciais alimentadas com rações contendo diferentes níveis de proteína bruta e lisina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.1280-1285, 2010.

SMITH, E.L.; HILL, R.L. LEHMAN, I.R. **Bioquímica dos mamíferos**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 1988. 620p.

TEJEDOR, A. A. **Exigências Nutricionais de Metionina + Cistina, de Treonina e de Arginina para Frangos de Corte nas Diferentes Fases de Criação**. 2002.104f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa MG.

TRINDADE NETO, M.A.; PACHECO, B.H.C.; ALBUQUERQUE, R. et al. Lysine and zinc chelate in diets for brown laying hens: effects on egg production and composition. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.377-384, 2011.

UBABEF – União Brasileira de Avicultura. [2014]. Disponível em: <<http://www.ubabef.com.br/noticias/916?m=62>> Acesso em: 20/01/2014.

UMIGI, R.T. **Redução das proteína utilizando-se o conceito de proteína ideal e níveis de treonina digestível em dietas para codorna japonesa em postura.** 2009. 92f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa MG.

USDA – Departamento de Agricultura dos Estados Unidos. [2012]. Disponível em: <<http://www.healingnaturallybybee.com/articles/foods21.php>> Acesso em: 13/08/2013.

## CAPÍTULO 1

### NÍVEIS DE LISINA DIGESTÍVEL EM RAÇÕES PARA GALINHAS POEDEIRAS LEVES NO PERÍODO DE 24 A 40 SEMANAS DE IDADE

**Resumo** – Este estudo foi realizado para determinar a exigência de lisina digestível para poedeiras leves no período de 24 a 40 semanas de idade. Foram utilizadas 288 galinhas poedeiras da marca comercial Hy Line W-36, com peso inicial de  $1,317 \pm 0,03$  kg e taxa de postura média de 92,5% no início do período experimental. As poedeiras foram distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, com seis níveis de lisina digestível (6,0; 6,6; 7,2; 7,8; 8,4 e 9,0 g/kg), oito repetições e seis aves por unidade experimental. Os níveis de lisina digestível na ração proporcionaram aumento linear dos consumos de ração e de lisina digestível. O modelo Linear Response Plateau (LRP) foi o que melhor representou a distribuição dos dados de produção e de peso de ovos, com platôs estimados nos níveis de lisina digestível de 8,14 e 8,56 g/kg, respectivamente. Para massa dos ovos e para as conversões alimentares por massa e por dúzia de ovos, o modelo que melhor explicou o comportamento dos dados foi LRP, com os platôs estimados nos níveis de 8,35; 8,48 e 7,80 g/kg de lisina digestível, respectivamente. Os pesos de casca e de albúmen não foram influenciados pelos níveis de lisina da ração. O ganho de peso das aves e o peso de gema atingiram, respectivamente, um platô nos níveis de 8,33 e 8,03 g/kg de lisina digestível. A exigência de lisina digestível para galinhas poedeiras leves de 24 a 40 semanas de idade é de 8,48 g/kg, que corresponde ao consumo diário de lisina digestível de 813 mg/ave.

**Palavras-chave:** aminoácido digestível, desempenho, exigência, galinhas, qualidade de ovo

## **LEVEL OF DIGESTIBLE LYSINE IN DIETS FOR LAYING HENS FROM 24 TO 40 WEEKS OLD**

**Abstract** – This study was conducted to determine the digestible lysine requirement for laying hens from 24 to 40 weeks old. Two hundred eighty-eight Hy Line W-36 laying hens, with initial weight of  $1.317 \pm 0.03$  kg and average rate of 92.5% stance at the beginning of the experiment were used. Laying hens were distributed in a completely randomized design with six levels of digestible lysine (6.0; 6.6; 7.2; 7.8; 8.4 and 9.0 g/kg), eight replicates and six birds per experimental unit. Levels of lysine in the diet caused a linear increase in feed intake and digestible lysine intake. The model Linear Response Plateau (LRP) was better adjustment of the data for egg production and egg weight, with estimated plateaus in lysine levels of 8.14 and 8.56 g/kg, respectively. For egg mass, feed conversion per egg mass and feed conversion per dozen eggs, the model that best explained the data behavior was LRP, estimated plateaus at levels of 8.35, 8.48 and 7.80 g/kg digestible lysine, respectively. Weight eggshell and weight albumen were not influenced by dietary lysine levels. For weight body change of the birds and weight yolk a plateau occurred in the levels of digestible lysine of 8.33 and 8.03 g/kg, respectively. The digestible lysine requirement of laying hens from 24 to 40 weeks old is 8.48 g/kg, which correspond the daily intake of digestible lysine 813 mg/bird.

**Keyword-** digestible aminoacid, egg quality, hens laying, performance, requirement

## INTRODUÇÃO

Poedeiras comerciais modernas apresentam elevado potencial genético para produtividade. A melhora desse potencial ao longo dos anos é perceptível, principalmente em relação ao número de ovos produzidos, à massa de ovos, à conversão alimentar e à persistência na postura. Para garantir índices de produção satisfatórios, tem-se realizado pesquisas visando à produção de rações cada vez mais adequadas ao atendimento das exigências nutricionais dessas aves.

A proteína da ração é considerada indispensável para a produção de ovos e está diretamente relacionada ao peso dos ovos. No entanto, poedeiras necessitam principalmente de aminoácidos, e não apenas de proteína bruta. Assim, é imprescindível a determinação das exigências de aminoácidos das poedeiras para que se produzam rações que possibilitem às aves a expressão máxima de seu potencial genético para a produção.

Atualmente, a formulação de rações são feitas com base no conceito de proteína ideal utilizando-se valores de aminoácidos digestíveis e as relações ideais entre a lisina e os demais aminoácidos. O método utilizado baseia-se na redução da proteína bruta com concomitante suplementação dos aminoácidos essenciais na forma de aminoácidos cristalinos, mantendo-se as relações predeterminadas com a lisina.

Embora esse método possibilite reduzir o custo de produção e a carga de aminoácidos das rações, permitindo ajustes mais preciosos dos níveis de aminoácidos (Oliveira Neto et al., 2009), a determinação da exigência de lisina e de sua relação com os demais aminoácidos deve ser precisa, para não ocasionar desequilíbrio no perfil aminoacídico da ração, o que levaria à redução do desempenho produtivo das poedeiras.

A literatura é rica em pesquisas que buscam determinar a exigência de lisina para galinhas poedeiras (Trindade Neto et al., 2011; Figueiredo et al., 2012; Rama Rao et al., 2013), haja vista sua grande importância nas formulações de ração. No entanto, devido, principalmente, ao constante melhoramento genético das poedeiras comerciais e aos diferentes ambientes de criação, existe a necessidade de se determinar periodicamente os valores de exigência nutricional dessas aves.

Assim, conduziu-se este estudo com o objetivo de determinar a exigência de lisina digestível para poedeiras leves no período de 24 a 40 semanas de idade utilizando-se o conceito de proteína ideal nas formulações das rações.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado nas instalações do Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, no período de outubro de 2011 a janeiro de 2012.

O galpão de postura onde se encontram as gaiolas usadas no experimento tem dimensões de 12 × 8 m. É fechado com tela antipássaros nas laterais, coberto com telha de barro.

Utilizaram-se 288 galinhas poedeiras da marca comercial Hy-Line W-36 com 24 semanas de idade, peso inicial de  $1,317 \pm 0,03$  kg e taxa de postura média de 92,5% no início do período experimental. As poedeiras foram distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, com seis tratamentos, oito repetições e seis aves por unidade experimental. Cada unidade experimental foi constituída de duas gaiolas de 34 × 48 × 38 cm (largura × profundidade × altura) e, em cada gaiola, foram colocadas três aves (densidade de 544 cm<sup>2</sup>/ave), que tinham à sua disposição bebedouro do tipo niple e comedouro do tipo calha galvanizada, disposto em toda a extensão frontal das gaiolas.

A distribuição das poedeiras nas unidades foi realizada utilizando-se como critérios de padronização o peso corporal e a taxa de postura. O controle da produção de ovos foi realizado no período de 20 a 24 semanas, de modo a permitir a uniformização das aves pela taxa de postura antes da administração das rações experimentais.

Antes da formulação das rações, foram realizadas análises para determinação da quantidade de proteína bruta, cálcio e fósforo do milho e do farelo de soja, além da quantidade de cálcio e fósforo no fosfato bicálcico e o teor de cálcio dos calcários (Tabela 1).

Tabela 1 – Quantidade de proteína bruta (PB), de cálcio e de fósforo total (Pt) dos ingredientes utilizados nas rações experimentais

<b>Ingrediente</b>	<b>PB (g/kg)</b>	<b>Cálcio (g/kg)</b>	<b>Pt (g/kg)</b>
Milho	78,80	0,30	2,54
Farelo de soja	452,20	2,20	5,14
Fosfato bicálcico	--	244	185
Calcário grosso (>3,0 mm)	--	385	--
Calcário fino (<0,5 mm)	--	369	--

Valores determinados no Laboratório de Nutrição Animal do DZO/UFV.



Às 24 semanas de idade, as aves passaram a ser alimentadas com as rações experimentais (Tabela 2), que foram formuladas com seis níveis de lisina digestível, obtidos a partir da ração basal com nível reduzido de lisina (6,0g/kg) suplementada com 0,00; 0,78; 1,55; 2,33; 3,10 e 3,88 g/kg de L-lisina HCl (78,4%). A quantidade de L-lisina HCl adicionada em cada ração forneceu 0,00; 0,60; 1,20; 1,80; 2,40; 3,00 g/kg de lisina digestível, respectivamente, ao considerar a digestibilidade da lisina de 97,6%. Dessa forma, obtiveram-se os níveis de 6,0; 6,6; 7,2; 7,8; 8,4 e 9,0 g/kg de lisina digestível.

As suplementações com L-lisina HCl foram realizadas em substituição ao aminoácido não essencial L-glutâmico. Também foram adicionados areia lavada e outros aminoácidos essenciais, quando necessário, em substituição ao L-glutâmico, a fim de se manterem constantes o nível de proteína bruta, a relação mínima dos aminoácidos essenciais com a lisina e a menor variação possível da energia, uma vez que foram consideradas a energia e a proteína bruta do L-glutâmico e dos aminoácidos essenciais suplementados às rações, conforme preconizado por Rostagno et al. (2011).

Em cada nível de suplementação, foram mantidas as relações dos aminoácidos essenciais com a lisina de no mínimo 103; 81; 28; 80; 96; 103; 125; 32; 68 e 121% para metionina + cistina; treonina; triptofano; isoleucina; valina; arginina; leucina; histidina; fenilalanina e fenilalanina + tirosina, respectivamente. As relações de metionina + cistina; treonina; triptofano; isoleucina e valina com a lisina ficaram três pontos percentuais acima daquelas determinadas por Brumano (2010), Rocha et al. (2013a), Calderano et al. (2012), Rocha et al. (2013b) e Bregendahl et al. (2008), respectivamente. As relações da arginina; leucina; histidina; fenilalanina e fenilalanina + tirosina com a lisina ficaram no mínimo três pontos percentuais acima do preconizado por Rostagno et al. (2011). Essa “suplementação extra” dos aminoácidos mencionados anteriormente foi considerada margem de segurança para que não houvesse deficiência desses nutrientes. Os demais nutrientes da ração, exceto os aminoácidos e a proteína bruta, foram fornecidos nos níveis preconizados por Rostagno et al. (2011). Para o cálculo das rações foi considerado o consumo médio diário de ração de 100 g/ave.

As rações foram fornecidas diariamente em dois horários, às 8 h e às 16 h, garantindo às aves consumo de ração e água à vontade durante todo o período experimental. O período experimental teve duração de 16 semanas e foi subdividido em quatro subperíodos de 28 dias, encerrando-se quando as aves completaram 40 semanas de idade.

Tabela 2 - Composição e valor nutricional das rações experimentais

Ingrediente (g/kg da matéria natural)	Nível de lisina (g/kg)					
	6,00	6,60	7,20	7,80	8,40	9,00
Milho	642,95	642,95	642,95	642,95	642,95	642,95
Farelo de soja	185,92	185,92	185,92	185,92	185,92	185,92
Calcário	94,55	94,55	94,55	94,55	94,55	94,55
Óleo de soja	25,80	25,80	25,80	25,80	25,80	25,80
Fosfato bicálcico	15,98	15,98	15,98	15,98	15,98	15,98
Sal comum	5,25	5,25	5,25	5,25	5,25	5,25
Carbonato de potássio	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96
Cloreto de colina (60%)	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Mistura vitamínica <sup>1</sup>	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Mistura mineral <sup>2</sup>	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Antioxidante <sup>3</sup>	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Inerte <sup>4</sup>	1,00	1,98	3,02	4,00	5,35	6,67
L-glutâmico (99%)	23,00	19,15	14,92	10,75	5,62	0,42
L-lisina HCl (78,4%)	-	0,78	1,55	2,33	3,10	3,88
DL-metionina (99%)	2,26	2,89	3,53	4,15	4,78	5,41
L-triptofano (98%)	0,30	0,49	0,67	0,84	1,02	1,20
L-treonina (98%)	0,23	0,77	1,30	1,84	2,37	2,91
L-valina (98%)	-	0,56	1,14	1,73	2,30	2,89
L-isoleucina (99%)	-	0,17	0,66	1,15	1,64	2,13
L-arginina (98%)	-	-	-	-	0,61	1,28
<b>Total</b>	<b>1000,00</b>	<b>1000,00</b>	<b>1000,00</b>	<b>1000,00</b>	<b>1000,00</b>	<b>1000,00</b>
<b>Composição calculada</b>						
Proteína bruta (g/kg)	149,58	149,58	149,58	149,58	149,58	149,58
Energia metabolizável (kcal/kg)	2.900	2.901	2.903	2.905	2.906	2.907
Cálcio (g/kg)	40,20	40,20	40,20	40,20	40,20	40,20
Fósforo disponível (g/kg)	3,75	3,75	3,75	3,75	3,75	3,75
Sódio (g/kg)	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25
Potássio (g/kg)	5,80	5,80	5,80	5,80	5,80	5,80
Lisina digestível (g/kg)	6,00	6,60	7,20	7,80	8,40	9,00
Metionina digestível (g/kg)	4,20	4,82	5,44	6,05	6,67	7,29
Metionina + cistina digestível (g/kg)	6,18	6,80	7,42	8,03	8,65	9,27
Triptofano digestível (g/kg)	1,68	1,85	2,02	2,18	2,35	2,52
Treonina digestível (g/kg)	4,86	5,35	5,83	6,32	6,80	7,29
Valina digestível (g/kg)	5,78	6,34	6,91	7,49	8,06	8,64
Isoleucina digestível (g/kg)	5,11	5,28	5,76	6,24	6,72	7,20
Arginina digestível (g/kg)	8,08	8,08	8,08	8,08	8,08	8,08
Fenilalanina + tirosina digestível (g/kg)	10,66	10,66	10,66	10,66	10,66	10,66
Fenilalanina digestível (g/kg)	6,24	6,24	6,24	6,24	6,24	6,24
Leucina digestível (g/kg)	11,71	11,71	11,71	11,71	11,71	11,71
Histidina digestível (g/kg)	3,43	3,43	3,43	3,43	3,43	3,43

<sup>1</sup>Suplemento vitamínico – Composição/kg: vit. A – 7.200.000 U.I., vit. D<sub>3</sub> – 1.600.000 U.I., vit. E – 5.000 mg, vit. B<sub>1</sub> – 900 mg, vit. B<sub>2</sub> – 2.700 mg, vit. B<sub>6</sub> – 1.500 mg, vit. B<sub>12</sub> – 7.200 mg, ác. pantotênico – 5.900 mg, vit. K<sub>3</sub> – 1.100 mg, ác. fólico – 250 mg, niacina – 16.200 mg, selênio – 250 mg, aditivo antioxidante – 250 mg; <sup>2</sup>Suplemento mineral – Composição/kg: manganês – 100.000 mg, ferro – 60.000 mg, zinco – 800.000 mg, cobre – 12.000 mg, iodo – 1.000 mg, selênio – 300 mg; <sup>3</sup>Hidroxitolueno butilado (BHT); <sup>4</sup>Areia.

Ao final de cada subperíodo, as sobras de ração dos comedouros e dos baldes foram pesadas e o consumo de ração foi mensurado. A produção de ovos foi registrada diariamente e o peso dos ovos foi calculado como a média dos últimos cinco dias de cada subperíodo. No cálculo da massa de ovos, a produção média diária de ovos (%) foi

multiplicada pelo peso médio dos ovos dividido por 100. As conversões alimentares por massa e por dúzias de ovos foram obtidas pela relação entre o consumo de ração e a massa e as dúzias de ovos produzidos, respectivamente.

O consumo de lisina foi mensurado multiplicando-se o consumo de ração pela concentração de lisina de cada dieta. As aves foram pesadas no início e ao final do experimento e, pela diferença entre as pesagens, foi obtido o ganho de peso médio.

Durante os três últimos dias de cada subperíodo, dois ovos por dia de cada unidade experimental foram separados para a realização das análises de qualidade do ovo. Os ovos foram pesados para determinação do peso total e, em seguida, foram quebrados para separação de seus componentes. As gemas foram pesadas logo após a quebra dos ovos e as cascas foram lavadas, deixadas para secar ao ar na sombra, durante três dias antes de serem pesadas. O peso do albúmen foi obtido pela diferença entre o peso total do ovo e os pesos da gema e da casca.

A variação na temperatura do ar no galpão foi registrada uma vez ao dia, às 16 h, por meio de dois termômetros de máxima e mínima, distribuídos no interior do galpão, posicionados à altura das aves. O programa de luz adotado foi de 17 horas de luz diárias.

O valor da exigência de lisina digestível foi estimado utilizando-se o programa computacional Statistical Analysis System (SAS), versão 9.2 para Windows, por meio dos procedimentos PROC GLM, para análise de variância; PROC REG, para análises de regressão (linear e quadrática); e PROC NLIN, para ajuste do modelo Linear Response Plateau (LRP). Considerou-se o nível de significância de 0,05.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As temperaturas médias do ar de máxima e de mínima registradas no interior do galpão durante todo o período experimental foram de  $28 \pm 5$  e  $20 \pm 5$  °C, respectivamente. O intervalo de temperatura considerado confortável às poedeiras, de acordo com o manual da linhagem (Hy Line-36, 2013), é de 27 a 21 °C. Portanto, as temperaturas registradas indicam que as aves passaram por períodos de estresse, tanto por calor quanto por frio, durante o experimento.

Os níveis de lisina digestível na ração influenciaram linearmente ( $P < 0,01$ ) os consumos de lisina, conforme a equação:  $\hat{Y} = -103,29619 + 108,122381x$  ( $r^2 = 0,99$ ), e de ração, segundo a equação:  $\hat{Y} = 79,95286 + 1,884286x$  ( $r^2 = 0,98$ ), das poedeiras (Tabela 3). O aumento de 58% no consumo de lisina está relacionado à concentração desse aminoácido na ração e ao consumo de ração, que aumentou 6%. Outros autores também verificaram efeito dos níveis de lisina sobre o consumo de ração (Cupertino et al., 2009; Trindade Neto et al., 2011; Figueiredo et al., 2012).

Tabela 3 – Resultado do desempenho e da qualidade dos ovos das galinhas poedeiras de 24 a 40 semanas de idade alimentadas com rações contendo seis diferentes níveis de lisina digestível

Variáveis	Níveis de lisina digestível (g/kg)						CV <sup>1</sup> (%)	Valor P		
	6,00	6,60	7,20	7,80	8,40	9,00		Linear	Quad.	LRP <sup>2</sup>
Consumo de ração (g/ave/dia)	91,11	92,31	93,84	94,59	96,00	96,66	2,95	0,0001	0,711	<,0001
Consumo de lisina (mg/ave/dia)	546	609	675	737	806	863	2,94	<,0001	0,814	<,0001
Taxa de postura (%)	86,03	88,33	90,21	92,56	93,03	94,42	2,98	0,0001	0,228	<,0001
Peso de ovo (g)	57,77	57,88	58,34	58,90	59,60	59,56	1,49	0,001	0,307	<,0001
Massa de ovo (g/ave/dia)	49,65	51,05	52,57	54,50	55,44	56,22	3,14	<,0001	0,942	<,0001
Conversão alimentar (kg/dz)	1,28	1,27	1,26	1,24	1,25	1,25	3,09	0,0179	0,260	0,012
Conversão alimentar (kg/kg)	1,84	1,81	1,79	1,74	1,73	1,72	2,88	0,0001	0,376	<,0001
Peso de casca (g)	5,41	5,46	5,44	5,50	5,42	5,40	3,66	0,846	0,392	0,696
Peso de albúmen (g)	38,66	38,66	38,98	38,77	39,21	39,28	2,63	0,081	0,759	0,459
Peso de gema (g)	14,52	14,84	15,01	15,68	15,65	15,60	2,47	0,0001	0,111	<,0001
Ganho de peso (g/ave)	0,21	0,28	0,30	0,35	0,38	0,39	19,37	<,0001	0,258	<,0001

<sup>1</sup>CV - coeficiente de variação; <sup>2</sup>Quad – Quadrática; <sup>3</sup>LRP - Linear Response Plateau

O consumo médio de ração foi de 94 g, valor inferior ao esperado (100 g), o que determinou menor ingestão dos nutrientes essenciais. Essa redução de 6% do consumo de ração pode estar relacionada aos períodos de alta temperatura a que as aves foram submetidas nas horas mais quentes do dia, visto que o consumo de ração é inversamente

proporcional ao aumento da temperatura quando esta se encontra acima da zona de conforto térmico das aves (Furlan, 2006). O menor consumo de ração também pode ter ocorrido devido o baixo peso inicial das aves, cerca de 5% abaixo do recomendado pelo manual da marca comercial (Hy Line W-36, 2013) para a mesma idade.

A produção de ovos aumentou de forma linear em 8% com o aumento dos níveis de lisina na ração (Tabela 3). Embora esse parâmetro tenha variado de forma linear, o modelo LRP foi o que melhor se ajustou aos dados por apresentar menor soma dos quadrados dos desvios. O platô ocorreu no nível estimado de 8,14 g/kg de lisina digestível, com a produção de ovos estimada em 93,74% (Figura 1), valor similar ao estabelecido no manual da linhagem (Hy Line W-36, 2013) para o mesmo período de postura avaliado, que é de 93,6%.

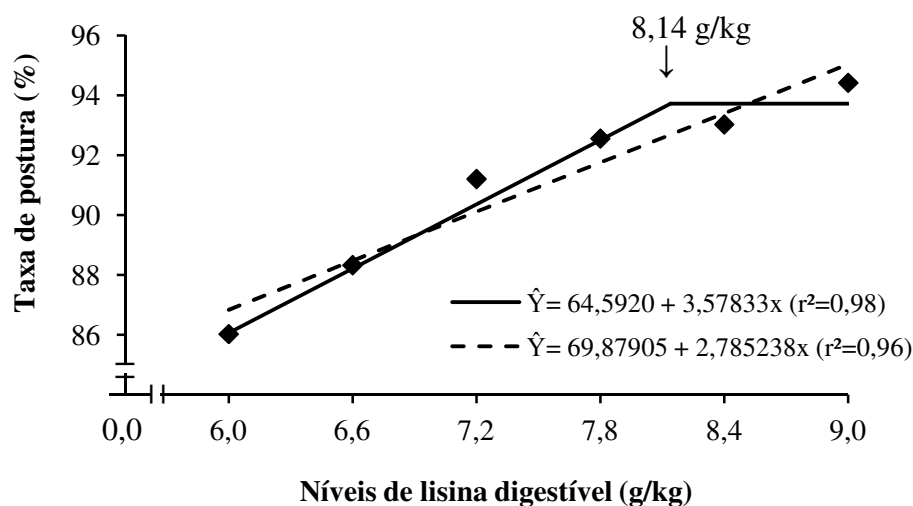


Figura 1 – Efeito dos níveis de lisina digestível na ração sobre a produção de ovos de galinhas poedeiras leves no período de 24 a 40 semanas de idade.

Efeito semelhante da suplementação da lisina digestível sobre a produção de ovos foi verificado por Jardim Filho et al. (2010), que encontraram no nível 8,0 g/kg a maior produção de ovos em poedeiras leves no período de 25 a 49 semanas de idade. De forma similar, Trindade Neto et al. (2011) observaram maior produção de ovos no nível estimado de 8,05 g/kg para poedeiras semipesadas no período de 24 a 28 semanas de idade. Entretanto, Rama Rao et al. (2013) não observaram influência dos níveis de lisina na ração (6,5; 7,0; 7,5 e 8,0 g/kg) sobre a produção de ovos de poedeiras comerciais no período de 39 a 74 semanas de idade.

O nível de lisina digestível na ração necessário para produção de ovos (8,14 g/kg) é superior aquele recomendado por Rostagno et al. (2011), de 7,77 g/kg. Apesar da divergência de resultados quanto ao valor da exigência de lisina, quando se considera a demanda diária desse aminoácido para maior produção de ovos, o valor de 777 mg/ave encontrado neste estudo foi inferior ao de 803 mg/ave/dia proposto por Rostagno et al. (2011). Isso sugere que o nível de lisina digestível preconizado por Rostagno et al. (2011) pode estar acima daquele necessário para a máxima produção de ovos ou que a relação da lisina com os demais aminoácidos essenciais estabelecida por Rostagno et al. (2011) estão subestimadas.

O peso médio dos ovos também foi influenciado ( $P < 0,01$ ) pelos níveis de lisina na ração (Tabela 3). Embora esse parâmetro tenha variado de forma linear, o modelo LRP foi o que melhor representou a distribuição dos dados. O platô ocorreu a partir do nível estimado de 8,56 g/kg de lisina digestível (Figura 2). O aumento do peso médio dos ovos pode estar relacionado à maior quantidade disponível dos aminoácidos essenciais, visto que nas rações experimentais foram mantidas as relações aminoacídicas equivalentes. Portanto, o aumento dos níveis de lisina na ração foi acompanhado pelo aumento dos níveis dos aminoácidos essenciais, obtidos pela suplementação com aminoácidos industriais.

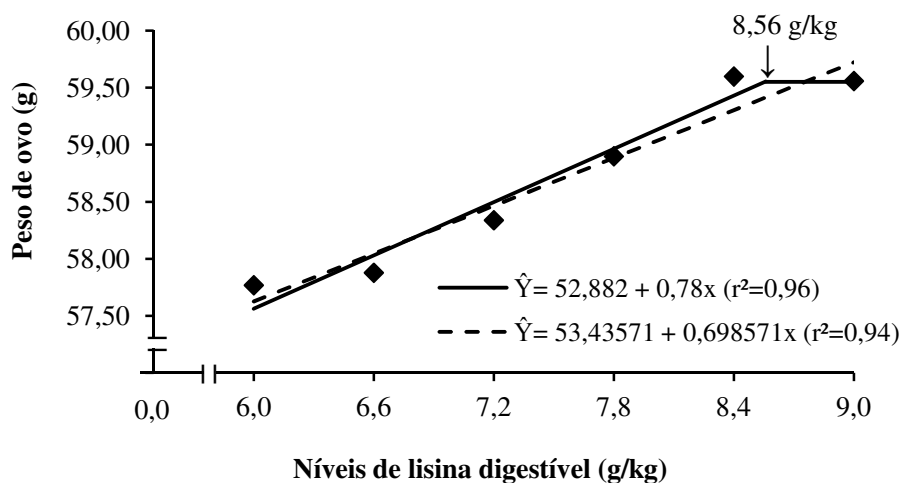


Figura 2 – Efeito dos níveis de lisina digestível na ração sobre o peso dos ovos de galinhas poedeiras leves no período de 24 a 40 semanas de idade.

Suplementações de aminoácidos industriais na ração, como treonina, metionina, lisina e triptofano, favoreceram o aumento no peso do ovo por exercerem influência

positiva sobre o peso da gema e do albúmen (Niemeyer et al., 2005; Brumano et al., 2010; Trindade neto et al., 2011; Calderano et al., 2012). Esse efeito pode estar relacionado com a melhora das relações aminoácídica, o que proporciona maior quantidade de energia líquida de produção.

A massa de ovos aumentou linearmente, apresentando crescimento de 13% (Tabela 3). Entretanto, o modelo LRP foi o que melhor representou a distribuição dos dados, por apresentar menor soma do quadrado dos desvios. O platô ocorreu a partir do nível estimado de 8,35 g/kg de lisina digestível (Figura 3). Efeito semelhante foi encontrado por outros pesquisadores, que também verificaram a influência dos níveis de lisina sobre a massa de ovos (Rocha et al., 2009; Bouyeh et al., 2011; Salama et al., 2012). Entretanto, neste estudo, o efeito sobre a massa de ovos também pode estar associado ao aumento do consumo de ração e de outros nutrientes pelas aves.

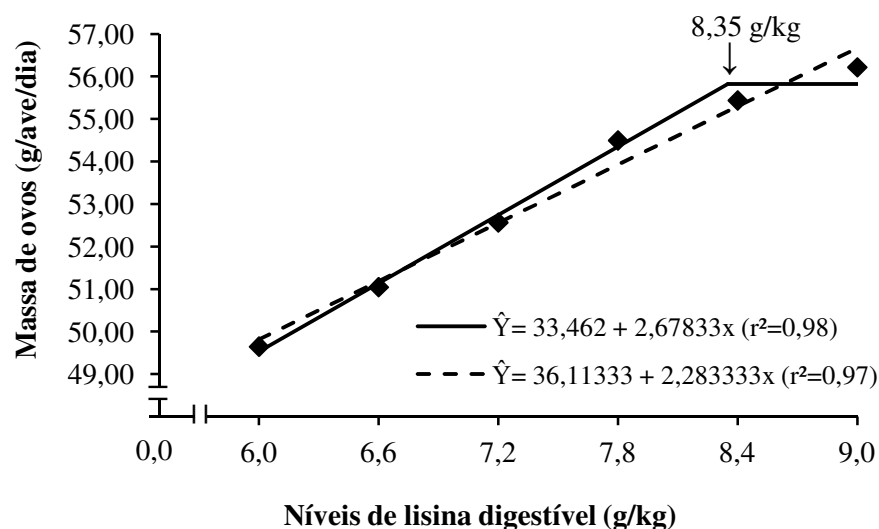


Figura 3 – Efeito dos níveis de lisina digestível na ração sobre a massa de ovos de galinhas poedeiras leves no período de 24 a 40 semanas de idade.

Os níveis de lisina digestível na ração influenciaram ( $P < 0,01$ ) os valores de conversões alimentares por massa e por dúzia de ovos, que melhoraram linearmente (Tabela 3). Contudo, a menor soma dos quadrados dos desvios para ambas as variáveis foi obtida com o modelo LRP. Os platôs foram estimadas nos níveis de 8,48 e 7,80 g/kg de lisina digestível na ração para as conversões alimentares por massa (Figura 4) e por dúzia de ovos (Figura 5), respectivamente.

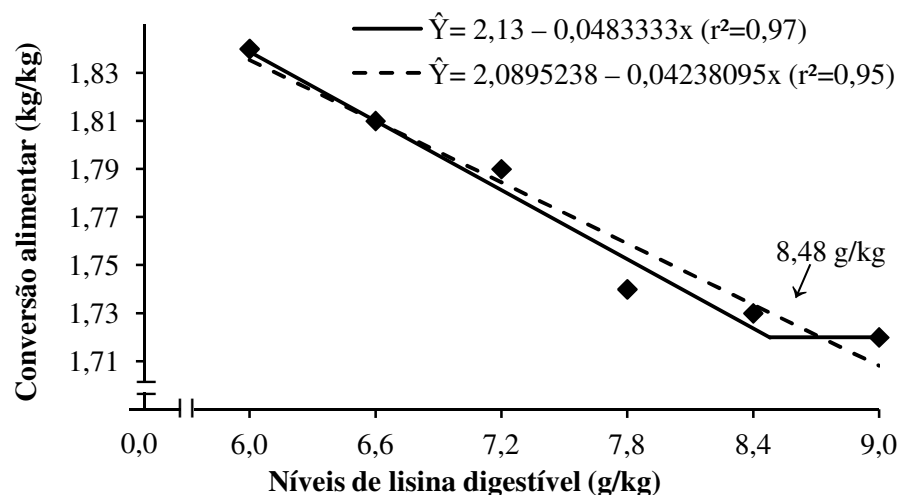


Figura 4 – Efeito dos níveis de lisina digestível na ração sobre a conversão alimentar por massa de ovos de galinhas poedeiras leves no período de 24 a 40 semanas de idade.

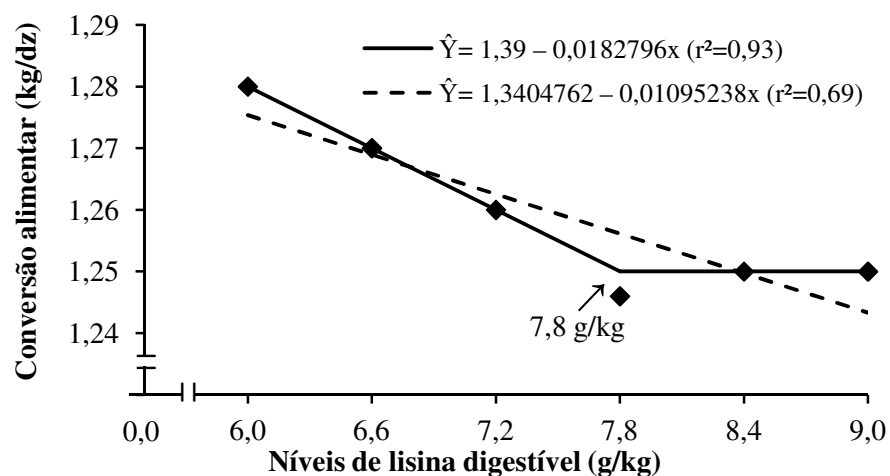


Figura 5 – Efeito dos níveis de lisina digestível na ração sobre a conversão alimentar por dúzia de ovos das galinhas poedeiras leves no período de 24 a 40 semanas de idade.

Os resultados encontrados para as conversões alimentares estão de acordo com relatos de Jardim Filho et al. (2010) e Rocha et al. (2009), que notaram influência dos níveis de lisina na ração sobre a conversão alimentar, tanto por massa quanto por dúzia de ovos, respectivamente. De forma similar, Salama et al. (2012) verificaram menor conversão alimentar por massa de ovos no nível de lisina de 8,30 g/kg de ração de poedeiras comerciais no período de 24 a 36 semanas de idade. Carvalho et al. (2012) e



Ônol et al. (2012), no entanto, não observaram efeitos dos níveis de lisina na ração sobre a conversão alimentar por massa de ovos e por dúzia de ovos, respectivamente, de poedeiras leves no pico de postura.

Não houve efeito da suplementação de lisina digestível ( $P>0,05$ ) sobre os pesos da casca e do albúmen dos ovos, mas houve efeito linear para peso da gema (Tabela 3). Entretanto, o modelo LRP foi o que melhor representou a distribuição dos dados para peso da gema, com o platô estimado no nível de 8,03 g/kg de lisina digestível (Figura 6). Esse resultado pode estar relacionado com a melhora das relações entre aminoácidos essenciais e não essenciais da ração, o que proporciona maior quantidade de energia líquida de produção, a qual deve ter sido usada para produção de gema mais pesadas.

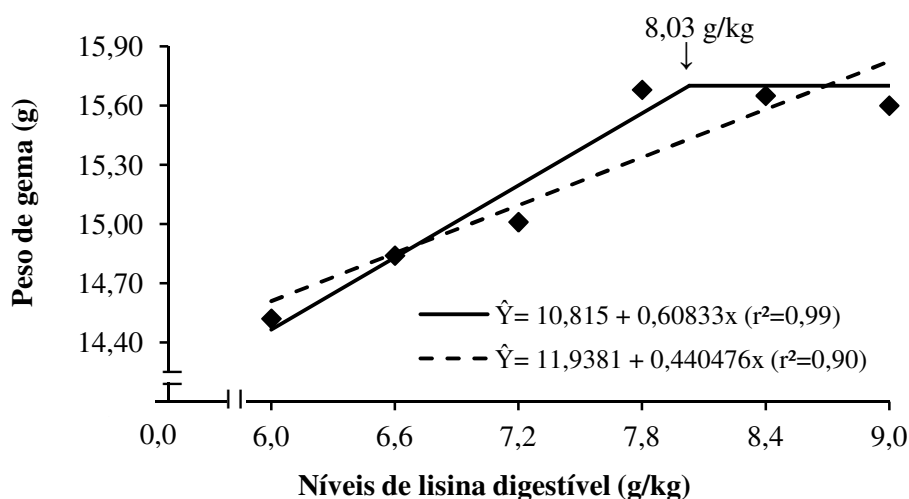


Figura 6 – Efeito dos níveis de lisina digestível na ração sobre o peso de gema dos ovos de galinhas poedeiras leves no período de 24 a 40 semanas de idade.

Assim como neste estudo, Rocha et al. (2009) não observaram efeito dos níveis de lisina (5,45 a 7,70 g/kg) sobre o peso de casca e albúmen de ovos de poedeiras leves no período de 24 a 40 semanas de idade. Similarmente, Gunawardana et al. (2008) também não encontraram efeito sobre o peso de casca, mas observaram aumento no peso de gema e redução na proporção de casca com a elevação dos níveis de lisina na ração para poedeiras semipesadas no período de 39 a 52 semanas de idade.

Houve efeito linear dos níveis de lisina digestível sobre o ganho de peso das poedeiras (Tabela 3). Embora esse parâmetro tenha variado de forma linear, o modelo LRP foi o que melhor se ajustou aos dados, com o platô estimado no nível de 8,33 g/kg de lisina, (Figura 7). Em estudo com poedeiras leves de 24 a 40 semanas de idade,

Rocha et al. (2009) verificaram efeito linear crescente dos níveis de lisina digestível (5,45 a 7,70 g/kg) sobre o ganho de peso dessas aves. A possível melhora nas relações entre os aminoácidos essenciais e não essenciais da ração, proporcionou maior quantidade de energia líquida de produção, que em parte foi usada para o ganho de peso das aves.

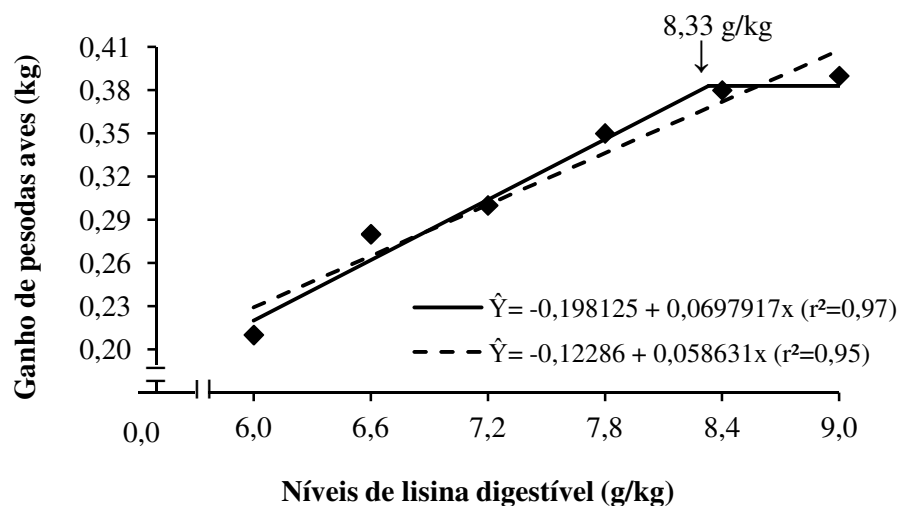


Figura 7 – Efeito dos níveis de lisina digestível na ração sobre o ganho de peso de galinhas poedeiras leves no período de 24 a 40 semanas de idade.

As exigências de lisina digestível para se obter maior peso dos ovos (8,56 g/kg) e melhor produção de massa de ovos (8,35 g/kg) foram superiores à exigência de lisina digestível para se alcançar os melhores resultados de produção de ovos (8,14 g/kg). Esse resultado sugere que as poedeiras priorizam a postura e utilizam o aporte adicional de lisina na formação do ovo, produzindo, dessa maneira, ovos mais pesados sem comprometer o número de ovos produzidos. Assim, o nível de lisina digestível a ser usado na ração pode variar em função do objetivo do produtor.

A remuneração do produtor de ovos é determinada pelo número de ovos produzidos associado ao tamanho do ovo. A massa de ovos é obtida pela relação do peso do ovo com a taxa de postura, sendo que a conversão alimentar por massa refere-se à razão entre o consumo de ração e a produção de massa de ovos. Portanto, parece que conversão por massa de ovos é uma variável de importância econômica e, por isso, pode ser determinante para estimar a exigência de lisina digestível para aves de postura.

Com base nos resultados obtidos para conversão por massa de ovos, a recomendação de lisina digestível na ração para poedeiras leves de 24 a 40 semanas de

idade alojadas em gaiolas em galpão aberto é de 8,48 g/kg de ração, considerando a exigência de lisina digestível estimada em 813 mg/ave/dia. Esse valor de exigência de lisina é próximo àquele estabelecido por Rostagno et al. (2011), de 803 mg/ave/dia para poedeiras leves em produção. De forma similar, Figueiredo et al. (2012) recomendaram o consumo de 812 mg/ave/dia de lisina digestível para melhor conversão alimentar de poedeiras leves de 48 a 52 semanas de idade. Contudo, Joly (2012), com base em dez artigos de exigência de lisina para poedeiras em pico de postura, concluiu que a exigência é de 795 mg/dia/ave.

## CONCLUSÃO

A exigência de lisina digestível para galinhas poedeiras leves no período de 24 a 40 semanas de idade é de 8,48 g/kg, que corresponde ao consumo médio de lisina digestível de 813 mg /ave/dia.

## REFERÊNCIAS

- BREGENDAHL, K.; ROBERTS, S.A; KERR, B. et al. Ideal ratios of isoleucine, methionine, methionine plus cystine, threonine, tryptophan, and valine relative to lysine for white leghorn-type laying hens of twenty-eight to thirty-four weeks of age. **Poultry Science**, v.87, p.744-758, 2008.
- BRUMANO, G.; GOMES, P.C.; DONZELE, J.L. et al. Níveis de metionina + cistina digestível em rações para poedeiras leves no período de 24 a 40 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.1228-1236, 2010.
- CALDERANO, A.A.; GOMES, P.C.; DONZELE, J.L. et al. Digestible tryptophan:digestible lysine ratio in diets for laying hens from 24 to 40 weeks of age. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, p.2176-2182, 2012.
- CUPERTINO, E.S.; GOMES, P.C.; ALBINO, L.F.T. et al. Exigência nutricional de lisina digestível para galinhas poedeiras de 54 a 70 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.480-487, 2009.
- FIGUEIREDO, G.O.; BERTECHINI, A.G.; FASSANI, E.J. et al. Performance and egg quality of laying hens fed with dietary levels of digestible lysine and threonine. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.64, p.743-750, 2012.
- FURLAN, R.L. Influência da temperatura na produção de frangos de corte. IN: VII SIMPÓSIO BRASIL SUL DE AVICULTURA, 2006. Chapecó. **Anais...** Chapecó, 2006. p.104-135.
- GUNAWARDANA, P.; ROLAND, D.A; BRYANT, M.M. Performance comparison and lysine requirements of seven commercial brown egg layer strains during phase one. **International Journal Poultry Science**, v.7, p.806-812, 2008.
- HY-LINE DO BRASIL. **Guia de manejo Hy-Line variedade W36**. S.I.: s.n., 2013. 24p.

JARDIM FILHO, R.M.; STRINGHINI, J.H.; ANDRADE, M.A. et al. Níveis de lisina digestível para poedeiras Hy-Line W-36 em produção. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.787-795, 2010.

JOLY, P. **Reevaluation of Amino Acid Requirements for Laying Hens. Part 2: Lysine Requirement.** 2012. Disponível em: <<http://en.engormix.com/MA-poultry-industry/nutrition/articles/lysine-requirements-t1914/141-p0.htm>> Acesso em: 05/08/2013.

NIEMEYER, P.R.. **The impact of supplemental l-threonine in laying hen diets on egg component yield, composition, and functionality.** 2005. 83f. PhD Thesis. Texas A & M University.

OLIVEIRA NETO, A.R.; OLIVEIRA, W.P. Aminoácidos para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.205-208, 2009.

ÔNOL, A.G.; DASKIRAN, M.; CENGİZ, O. et al. Effects of dietary vitamin e and lysine supplementation on performance and egg shell quality parameters of heat stressed laying hens in early laying period. **Kafkas Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi**, v.18, p.49-54, 2012.

RAMA RAO, S.V.; K KUMARI, N.R.; LATHA, T. S. et al. Influence of lysine levels on performance of layers with sub optimal protein in diet. **International Journal of Food, Agriculture and Veterinary Sciences**, v.13, p.17-25, 2013.

ROCHA, T.C.; GOMES, P.C.; DONZELE, J.L. et al. Níveis de lisina digestível em rações para poedeiras no período de 24 a 40 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.1726-1731, 2009.

ROCHA, T.C.; GOMES, P.C.; DONZELE, J.L. et al. Digestible threonine to lysine ratio in diets for laying hens aged 24-40 weeks. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.42, n.12, p.879-884, 2013a.

ROCHA, T.C.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C. et al. Ideal digestible isoleucine:digestible lysine ratio in diets for laying hens aged 24-40 weeks. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.42, n.11, p.780-784, 2013b.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3.ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2011. 252p.

SALAMA, A.A.; EL-SHEIKH, E.M. Effect of dietary protein and calcium level on productive performance of local laying hens under desert conditions. **Egyptian Poultry Science**, v.32, p.75-93, 2012.

TRINDADE NETO, M.A.; PACHECO, B.H.C.; ALBUQUERQUE, R. et al. Lysine and zinc chelate in diets for brown laying hens: effects on egg production and composition. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.377-384, 2011.

## CAPÍTULO 2

### NÍVEIS DE LISINA DIGESTÍVEL EM RAÇÕES PARA GALINHAS POEDEIRAS LEVES NO PERÍODO DE 42 A 58 SEMANAS DE IDADE

**Resumo** – Este estudo foi conduzido com o objetivo de determinar a exigência de lisina digestível para galinhas poedeiras leves no período de 42 a 58 semanas de idade. Foram utilizadas 288 galinhas poedeiras da marca comercial Hy Line W-36, com peso inicial de  $1,455 \pm 0,03$  kg e taxa de postura média de 90,2% no início do período experimental. As galinhas poedeiras foram distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, com seis níveis de lisina digestível (6,0; 6,6; 7,2; 7,8; 8,4 e 9,0 g/kg), oito repetições e seis aves por unidade experimental. As variáveis avaliadas foram: consumo de ração (g/ave/dia), consumo de lisina digestível (mg/ave/dia), produção de ovos (%), peso médio dos ovos (g), massa dos ovos (g/ave/dia), conversão alimentar por massa (g/kg), conversão alimentar por dúzia de ovos (dz/kg), peso de casca (g), peso de gema (g), peso de albúmen (g) e ganho de peso das aves (g). Houve efeito linear crescente dos níveis de lisina digestível na ração sobre o consumo de lisina. A conversão alimentar por dúzia de ovos e o peso de casca não foram influenciados pelos níveis de lisina na ração. Para as demais variáveis analisadas, o modelo que melhor explicou o comportamento dos dados foi o LRP, com os platôs estimados nos níveis de lisina digestível de: 7,34 g/kg para consumo de ração; 7,51 g/kg para produção de ovos; 7,67 g/kg para peso de ovo; 7,53 g/kg para massa de ovos; 7,68 g/kg para conversão por massa de ovos; 8,14 g/kg para ganho de peso das aves; 8,17 g/kg para peso de gema; e 7,94 g/kg para peso de albúmen. A exigência de lisina digestível para galinhas poedeiras leves de 42 a 58 semanas de idade é de 7,68 g/kg, que corresponde ao consumo diário de lisina digestível de 730 mg/ave.

**Palavras-chave:** aminoácido digestível, desempenho, exigência, galinhas, qualidade de ovo



## **LEVEL OF DIGESTIBLE LYSINE IN DIETS FOR LAYING HENS FROM 42 TO 58 WEEKS OLD**

**Abstract** – This study was conducted to determine the digestible lysine requirement for laying hens from 42 to 58 weeks old. Two hundred eighty-eight Hy Line W-36 laying hens, with initial weight of  $1.455 \pm 0.03$  kg and average rate of 90.2% stance at the beginning of the experiment were used. Laying hens were distributed in a completely randomized design with six levels of digestible lysine (6.0; 6.6; 7.2; 7.8; 8.4 and 9.0 g/kg), eight replicates and six birds per experimental unit. The variables evaluated were: feed intake (g/bird/day), digestible lysine intake (mg/bird/day), egg production (%), egg weight (g), egg mass (g/bird/day), feed conversion per egg mass (g/kg), feed conversion per dozen eggs (dz/kg), eggshell weight (g), yolk weight (g) and albumen weight (g) and weight body change (g). There was linear effects from digestible lysine levels on feed intake and intake digestible lysine. There were no effect of levels of digestible lysine in the diet on feed conversion per dozen eggs and on the weight eggshell. For the remaining variables evaluated, the Linear Response Plateau model was better adjustment of the data with estimated plateaus in lysine levels of 7.34 g/kg for feed intake; 7.51 g/kg for egg production; 7.67 g/kg for weight egg; 7.53 g/kg for egg mass; 7.68 g/kg for feed conversion per egg mass; 8.14 g/kg for weight body change; 8.17 g/kg for yolk weight; and 7.94 g/kg for albumen weight. The digestible lysine requirements of laying hens from 42 to 58 weeks old is 7.68 g/kg, values that correspond the daily intake of digestible lysine 730 mg/bird.

**Keyword-** digestible aminoacid, egg quality, hens laying, performance, requirement

## INTRODUÇÃO

A formulação de ração para poedeiras tem se desenvolvido ao longo dos anos e, atualmente, é feita com base no conceito da proteína ideal, utilizando-se valores de aminoácidos digestíveis e as relações entre a lisina e os demais aminoácidos. Entre as razões que justificam o uso da lisina como aminoácido-referência, destacam-se a simplicidade de sua determinação analítica e seu uso exclusivo na síntese de proteínas. Neste contexto, a determinação da exigência de lisina digestível deve ser realizada com precisão, visto que a determinação imprecisa da exigência desse aminoácido ou do perfil ideal dos aminoácidos com a lisina ocasionaria desbalanço de aminoácidos na ração, o que poderia prejudicar o desempenho produtivo das poedeiras.

É grande o interesse dos pesquisadores em determinar a exigência da lisina digestível para poedeiras em produção (Rama Rao et al., 2011; Figueiredo et al., 2012; Ônol et al., 2012; Rama Rao et al., 2013), tendo em vista sua importância na formulação de rações segundo o conceito de proteína ideal, além da sua influência sobre a deposição proteica no ovo. Entretanto, a exigência dos aminoácidos para as poedeiras é amplamente afetada por diversos fatores, entre eles, aspectos genéticos, idade, produção, temperatura ambiental, condições sanitárias, balanço e disponibilidade de outros aminoácidos.

Os resultados conflitantes nos estudos que buscam determinar a exigência de lisina para poedeiras em produção são muitos. Rostagno et al. (2011) preconizaram consumo de 803 mg/ave/dia de lisina digestível para poedeiras leves em produção, enquanto Rama Rao et al. (2013) recomendaram consumo de 640 mg/ave/dia desse aminoácido para a produção de ovos de poedeiras leves no período de 39 a 74 semanas de idade. Contudo, Joly (2012), com base em dez artigos de exigência de lisina para poedeiras em pico de postura, sugere o consumo diário de 795 mg/ave.

Considerando a divergência nos resultados de exigência de lisina para poedeiras em produção e a importância desse aminoácido para a formulação de rações segundo o conceito de proteína ideal, justifica-se a realização de mais trabalhos visando atualizar a exigência de lisina digestível para essas aves. Assim, conduziu-se este estudo com o objetivo de determinar a exigência de lisina digestível em rações formuladas segundo o conceito de proteína ideal para poedeiras leves no período de 42 a 58 semanas de idade.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado nas instalações do Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, no período de fevereiro a junho de 2012.

Foram utilizadas 288 galinhas poedeiras da marca comercial Hy-Line W-36 durante o período de 42 a 58 semanas de idade com peso inicial de  $1,455 \pm 0,03$  kg e taxa de postura média de 90,2% no início do período experimental. As aves foram distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, com seis tratamentos, oito repetições e seis aves por unidade experimental. Cada unidade experimental (UE) foi constituída de duas gaiolas de  $34 \times 48 \times 38$  cm (largura  $\times$  profundidade  $\times$  altura), cada uma com três aves (densidade de  $544 \text{ cm}^2/\text{ave}$ ), tendo a seu dispor bebedouro tipo niple e comedouro tipo calha galvanizada, disposto em toda extensão frontal das gaiolas.

O galpão de postura onde se encontravam as gaiolas tem dimensões de  $12 \times 8$  m, não possui sistema de climatização do ambiente, é fechado nas laterais com tela antipássaros e coberto com telha de barro.

O programa de luz adotado foi de 17 horas de luz diárias. A variação da temperatura no galpão foi registrada diariamente às 16 h, por meio de termômetros de máxima e mínima, distribuídos no interior do galpão, posicionados à altura das aves.

O controle da produção de ovos foi realizado no período de 40 a 42 semanas, de modo a permitir a uniformização das aves pela taxa de postura. Em seguida, foi realizada a distribuição das poedeiras nas unidades experimentais, padronizando-as pelo peso corporal e pela taxa de postura antes da administração das rações experimentais.

Antes da formulação das rações, foram realizadas análises químicas dos ingredientes utilizados nas rações experimentais (Tabela 1).

Tabela 1 – Quantidade de proteína bruta (PB), cálcio e fósforo total (Pt) dos ingredientes utilizados nas rações experimentais

<b>Ingrediente</b>	<b>PB (g/kg)</b>	<b>Cálcio (g/kg)</b>	<b>Pt (g/kg)</b>
Milho	78,80	0,30	2,54
Farelo de soja	452,20	2,20	5,14
Cálcario fino (<0,5 mm)	--	369	--
Cálcario grosso (>3,0 mm)	--	385	--
Fosfato bicálcico	--	244	185

Valores determinados no Laboratório de Nutrição Animal do DZO/UFV.

Na 42ª semana de idade, as aves passaram a receber as rações experimentais (Tabela 2), que foram formuladas com seis níveis de lisina. Os níveis foram obtidos a partir da suplementação da ração basal, formulada com nível reduzido de lisina (6,0 g/kg), com 0,00; 0,78; 1,55; 2,33; 3,10 e 3,88 g/kg de L-lisina HCl (78,4%). Considerando a digestibilidade da lisina de 97,6%, a quantidade de L-lisina HCl adicionada em cada ração forneceu 0,00; 0,60; 1,20; 1,80; 2,40; 3,00 g/kg de lisina digestível, respectivamente, de forma a proporcionar os níveis de 6,0; 6,6; 7,2; 7,8; 8,4 e 9,0 g/kg de lisina digestível nas rações. As rações foram todas isoproteicas e as suplementações com L-lisina HCl foram realizadas em substituição ao aminoácido não-essencial L-glutâmico. Quando necessário, foram adicionados areia lavada e outros aminoácidos essenciais, também em substituição ao aminoácido não-essencial L-glutâmico, a fim de se manter o nível de proteína bruta constante, a relação mínima dos aminoácidos essenciais com a lisina e a menor variação possível da energia, visto que, para os cálculos das rações, foram consideradas a energia e a proteína bruta do L-glutâmico e dos aminoácidos essenciais suplementados, conforme preconizado por Rostagno et al. (2011).

Para cada nível de suplementação foi mantida a relação dos aminoácidos essenciais com a lisina de no mínimo 103; 81; 28; 80; 96; 103; 125; 32; 68 e 121% para metionina + cistina; treonina; triptofano; isoleucina; valina; arginina; leucina; histidina; fenilalanina e fenilalanina + tirosina, respectivamente. As relações da metionina + cistina; treonina; triptofano; isoleucina e valina com a lisina ficaram três pontos percentuais acima do estipulado por Brumano (2010), Rocha et al. (2013a), Calderano et al. (2012), Rocha et al. (2013b) e Bregendahl et al. (2008), respectivamente. As relações de arginina; leucina; histidina; fenilalanina e fenilalanina + tirosina com a lisina ficaram no mínimo três pontos percentuais acima do preconizado por Rostagno et al. (2011). Essa “suplementação extra” dos aminoácidos mencionados anteriormente foi considerada margem de segurança para que não houvesse deficiência desses nutrientes. Os demais nutrientes contidos na ração, exceto os aminoácidos e a proteína bruta, foram fornecidos segundo recomendações de Rostagno et al. (2011). Para o cálculo das rações foi considerado o consumo médio diário de ração de 100 g/ave.

As rações foram fornecidas diariamente, em dois horários, às 8 h e 16 h, garantindo às aves o consumo de ração e de água à vontade durante todo o período experimental, que teve duração de 16 semanas e foi subdividido em quatro subperíodos de 28 dias.

Tabela 2 - Composição e valor nutricional das rações experimentais

Ingrediente (g/kg da matéria natural)	Nível de lisina (g/kg)					
	6,00	6,60	7,20	7,80	8,40	9,00
Milho	642,95	642,95	642,95	642,95	642,95	642,95
Farelo de soja	185,92	185,92	185,92	185,92	185,92	185,92
Calcário	94,55	94,55	94,55	94,55	94,55	94,55
Óleo de soja	25,80	25,80	25,80	25,80	25,80	25,80
Fosfato bicálcico	15,98	15,98	15,98	15,98	15,98	15,98
Sal comum	5,25	5,25	5,25	5,25	5,25	5,25
Carbonato de potássio	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96
Cloreto de colina (60%)	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Mistura vitamínica <sup>1</sup>	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Mistura mineral <sup>2</sup>	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Antioxidante <sup>3</sup>	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Inerte <sup>4</sup>	1,00	1,98	3,02	4,00	5,35	6,67
L-glutâmico (99%)	23,00	19,15	14,92	10,75	5,62	0,42
L-lisina HCl (78,4%)	-	0,78	1,55	2,33	3,10	3,88
DL-metionina (99%)	2,26	2,89	3,53	4,15	4,78	5,41
L-triptofano (98%)	0,30	0,49	0,67	0,84	1,02	1,20
L-treonina (98%)	0,23	0,77	1,30	1,84	2,37	2,91
L-valina (98%)	-	0,56	1,14	1,73	2,30	2,89
L-isoleucina (99%)	-	0,17	0,66	1,15	1,64	2,13
L-arginina (98%)	-	-	-	-	0,61	1,28
<b>Total</b>	<b>1000,00</b>	<b>1000,00</b>	<b>1000,00</b>	<b>1000,00</b>	<b>1000,00</b>	<b>1000,00</b>
<b>Composição calculada</b>						
Proteína bruta (g/kg)	149,58	149,58	149,58	149,58	149,58	149,58
Energia metabolizável (kcal/kg)	2.900	2.901	2.903	2.905	2.906	2.907
Cálcio (g/kg)	40,20	40,20	40,20	40,20	40,20	40,20
Fósforo disponível (g/kg)	3,75	3,75	3,75	3,75	3,75	3,75
Sódio (g/kg)	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25
Potássio (g/kg)	5,80	5,80	5,80	5,80	5,80	5,80
Lisina digestível (g/kg)	6,00	6,60	7,20	7,80	8,40	9,00
Metionina digestível (g/kg)	4,20	4,82	5,44	6,05	6,67	7,29
Metionina + cistina digestível (g/kg)	6,18	6,80	7,42	8,03	8,65	9,27
Triptofano digestível (g/kg)	1,68	1,85	2,02	2,18	2,35	2,52
Treonina digestível (g/kg)	4,86	5,35	5,83	6,32	6,80	7,29
Valina digestível (g/kg)	5,78	6,34	6,91	7,49	8,06	8,64
Isoleucina digestível (g/kg)	5,11	5,28	5,76	6,24	6,72	7,20
Arginina digestível (g/kg)	8,08	8,08	8,08	8,08	8,08	8,08
Fenilalanina + tirosina digestível (g/kg)	10,66	10,66	10,66	10,66	10,66	10,66
Fenilalanina digestível (g/kg)	6,24	6,24	6,24	6,24	6,24	6,24
Leucina digestível (g/kg)	11,71	11,71	11,71	11,71	11,71	11,71
Histidina digestível (g/kg)	3,43	3,43	3,43	3,43	3,43	3,43

<sup>1</sup>Suplemento vitamínico - Composição/kg: vit. A - 7.200.000 U.I., vit. D<sub>3</sub> - 1.600.000 U.I., vit. E - 5.000 mg, vit. B<sub>1</sub> - 900 mg, vit. B<sub>2</sub> - 2.700 mg, vit. B<sub>6</sub> - 1.500 mg, vit. B<sub>12</sub> - 7.200 mg, ác. pantotênico - 5.900 mg, vit. K<sub>3</sub> - 1.100 mg, ác. fólico - 250 mg, niacina - 16.200 mg, selênio - 250 mg, aditivo antioxidante - 250 mg; <sup>2</sup>Suplemento mineral - Composição/kg: manganês - 100.000 mg, ferro - 60.000 mg, zinco - 800.000 mg, cobre - 12.000 mg, iodo - 1.000 mg, selênio - 300 mg; <sup>3</sup>Hidroxitolueno butilado (BHT); <sup>4</sup>Areia.

Ao final de cada subperíodo, as sobras de ração dos comedouros e dos baldes foram pesadas e o consumo de ração foi mensurado. A produção de ovos foi anotada

diariamente e o peso dos ovos foi calculado como a média dos últimos cinco dias de cada subperíodo. No cálculo da massa de ovos, a produção média diária de ovos (%) foi multiplicada pelo peso médio dos ovos dividido por 100. As conversões alimentares por massa e por dúzias de ovos foram obtidas pela relação entre o consumo de ração e a massa e as dúzias de ovos produzidos, respectivamente. O consumo de lisina foi mensurado por meio da multiplicação do consumo de ração pela concentração de lisina nos diferentes tratamentos. As aves foram pesadas no início e ao final do experimento e, pela diferença entre as pesagens, foi obtido o ganho de peso médio.

Durante os três últimos dias de cada subperíodo, dois ovos por dia de cada unidade experimental foram separados para a realização das análises de qualidade do ovo. Os ovos foram pesados, para obtenção do peso total, e em seguida foram quebrados, para separação de seus componentes. As gemas foram pesadas logo após a quebra dos ovos e as cascas foram lavadas, deixadas secar ao ar, na sombra, durante três dias antes de serem pesadas. O peso do albúmen foi obtido pela diferença entre o peso total do ovo e os pesos da gema e da casca.

O valor da exigência de lisina digestível foi estimado utilizando-se o programa computacional Statistical Analysis System (SAS), versão 9.2 para Windows, por meio dos procedimentos de PROC GLM para análise de variância; PROC REG para análises de regressão (linear e quadrática); e PROC NLIN para ajuste do modelo Linear Response Plateau (LRP). Considerou-se o nível de significância de 0,05.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante a execução do experimento, as temperaturas médias do ar de máxima e mínima registradas no interior do galpão foram de  $28\pm 6$  e  $19\pm 4^{\circ}\text{C}$ . O manual da marca comercial (Hy Line W-36, 2013) recomenda manter a temperatura entre 27 e  $21^{\circ}\text{C}$  para maior conforto das aves em produção. Sendo assim, as temperaturas indicam que as poedeiras passaram por períodos de estresse térmico durante o experimento.

O consumo de ração foi influenciado ( $P < 0,01$ ) pelos níveis de lisina na ração (Tabela 3) e, apesar do efeito linear com aumento de 3,5%, o modelo Linear Response Plateau (LRP) foi o que melhor representou a distribuição dos dados, tendo início do platô no nível de 7,34 g/kg de lisina digestível (Figura 1). Nesse nível, o consumo de ração foi estimado em 95,71 g/ave/dia.

Tabela 3 – Resultado do desempenho e da qualidade dos ovos das galinhas poedeiras de 42 a 58 semanas de idade alimentadas com rações contendo seis diferentes níveis de lisina digestível

Variáveis	Níveis de lisina digestível (g/kg)						CV <sup>1</sup> (%)	Valor P		
	6,00	6,60	7,20	7,80	8,40	9,00		Linear	Quad.	LRP <sup>2</sup>
Consumo de ração (g/ave/dia)	92,86	93,63	95,59	95,61	95,39	96,13	2,06	0,0005	0,162	0,0007
Consumo de lisina (mg/ave/dia)	557	618	688	745	801	865	2,02	<,0001	0,345	<,0001
Taxa de postura (%)	83,50	84,67	87,00	87,50	87,33	88,33	3,14	0,0002	0,216	0,0004
Peso de ovo (g)	62,10	62,37	63,17	63,42	63,53	63,56	1,97	0,0035	0,317	0,0084
Massa de ovo (g/ave/dia)	51,85	52,79	54,93	55,40	55,27	56,07	3,28	<,0001	0,095	<,0001
Conversão alimentar (kg/dz)	1,33	1,33	1,32	1,32	1,31	1,31	2,87	0,0918	0,842	0,272
Conversão alimentar (kg/kg)	1,79	1,78	1,74	1,73	1,72	1,72	2,75	0,0002	0,253	0,0028
Peso de casca(g)	5,77	5,79	5,79	5,70	5,67	5,71	3,47	0,214	0,937	0,419
Peso de albúmen (g)	39,85	39,94	40,63	40,98	41,06	41,17	2,61	0,001	0,492	0,004
Peso de gema (g)	17,15	17,03	17,20	17,66	17,47	17,77	2,17	0,001	0,600	0,001
Ganho de peso (g/ave)	0,20	0,23	0,25	0,27	0,28	0,29	16,60	<,0001	0,238	<,0001

<sup>1</sup>CV - coeficiente de variação; <sup>2</sup>Quad – Quadrática; <sup>3</sup>LRP - Linear Response Plateau

Alguns pesquisadores também observaram efeito dos níveis de lisina digestível sobre o consumo de ração em poedeiras leves (Cupertino et al., 2009; Rocha et al., 2009; Bouyeh et al., 2011). Em pesquisas mais recentes, no entanto, outros autores não verificaram esse efeito da suplementação de lisina sobre o consumo de ração (Ônol et al., 2012; Carvalho et al., 2012; Rama Rao et al., 2013).

O consumo médio diário de ração esperado era de 100 g/ave, porém o consumo médio registrado foi de 95 g/ave/dia. Esse baixo consumo determinou menor ingestão

dos nutrientes essenciais e pode estar relacionado às altas temperaturas no interior do galpão, que alcançaram valores máximos de 34°C (Tabela 3), visto que o consumo de ração é inversamente proporcional ao aumento da temperatura para valores acima da zona de conforto térmico das aves (Furlan, 2006). Outro fator que pode ter influenciado o consumo de ração é o peso inicial das aves, que estava 5,8% abaixo do padrão descrito pelo manual da marca comercial (Hy Line W-36, 2013) para a mesma idade.

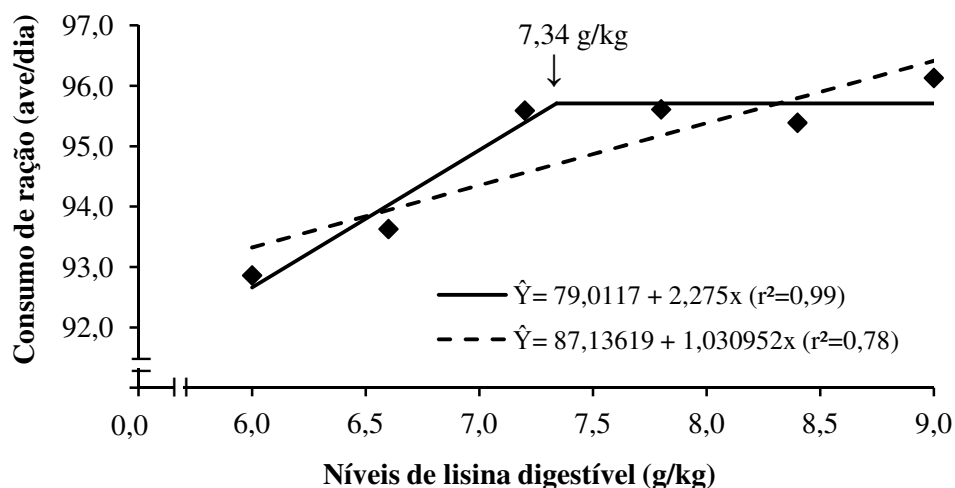


Figura 1 - Efeito dos níveis de lisina digestível na ração sobre o consumo de ração de galinhas poedeiras leves no período de 42 a 58 semanas de idade.

Houve efeito linear crescente ( $P < 0,01$ ) dos níveis de lisina da ração sobre o consumo de lisina pelas poedeiras, conforme a equação:  $\hat{Y} = -55,33333 + 102,333333x$  ( $r^2 = 0,99$ ), que aumentou em até 55% (Tabela 3). O aumento no consumo de lisina está relacionado à concentração desse aminoácido na ração.

A produção de ovos foi influenciada ( $P < 0,01$ ) pelos níveis de lisina digestível na ração (Tabela 3). Embora esse parâmetro tenha variado de forma linear, o modelo LRP foi o que melhor representou a distribuição dos dados, tendo o platô ocorrido a partir do nível estimado de 7,51 g/kg de lisina digestível (Figura 2). Nesse nível, o consumo diário de lisina estimado foi de 713 mg/ave/dia e a produção de ovos de 87,7% e, em valores absolutos, representa a ingestão de 156 mg/ave/dia a mais de lisina digestível para a produção de ovos cerca de 5% superior à daquelas poedeiras que receberam o menor nível de lisina digestível na ração (6,0 g/kg).



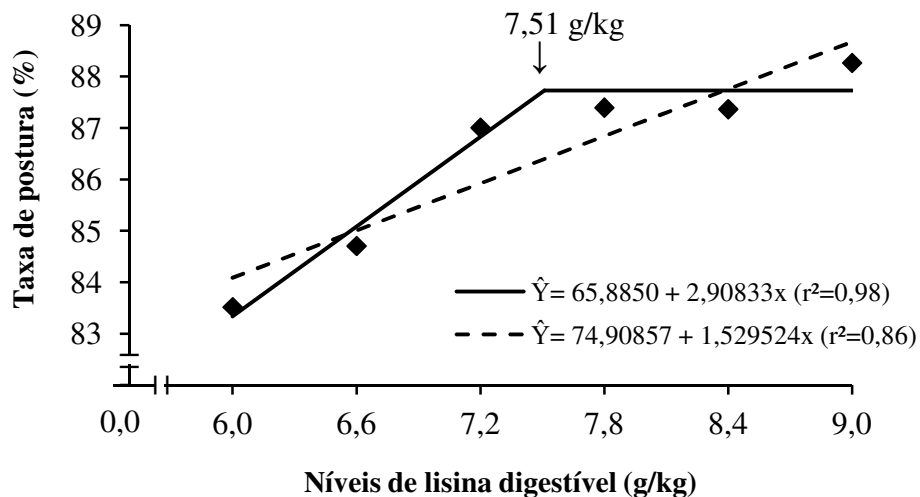


Figura 2 - Efeito dos níveis de lisina digestível na ração sobre a produção de ovos de galinhas poedeiras leves no período de 42 a 58 semanas de idade.

A exigência para a produção de ovos (713 mg/ave/dia) é similar a indicada pelo manual da da marca comercial (Hy Line W-36, 2013), que é de 710 mg/ave/dia para a taxa de postura encontrada (87,7%). Entretanto, é inferior àquela preconizada por Rostagno et al. (2011), de 781 mg/ave/dia, para a taxa de postura semelhante (88%). Essa diferença quanto a exigência de lisina pode estar relacionada ao perfil aminoácido da ração, que pode levar a valores superestimados de lisina, caso esteja inadequado.

Os níveis de lisina digestível na ração influenciaram ( $P < 0,01$ ) o peso dos ovos (Tabela 3). Embora tenha sido observado o efeito linear, o modelo que melhor representou a distribuição dos dados foi o LRP, estimando em 7,67 g/kg o nível de lisina digestível a partir do qual ocorreu o platô, com o peso médio do ovo estimado em 63,5 g (Figura 3).

Resultado similar foi relatado por Figueiredo et al. (2012), que verificaram maior peso de ovos (63,3 g) no nível estimado de 7,54 g/kg de lisina na ração de poedeiras leves no período de 42 a 58 semanas de idade. Bonekamp et al. (2010) também observaram maior peso de ovos nos níveis de lisina de 7,50 e 8,0 g/kg de ração de poedeiras leves no período de 24 a 60 semanas de idade. Entretanto, Carvalho et al. (2012) e por Bouyeh et al. (2011), não observaram efeito significativo dos níveis de lisina sobre esse parâmetro.

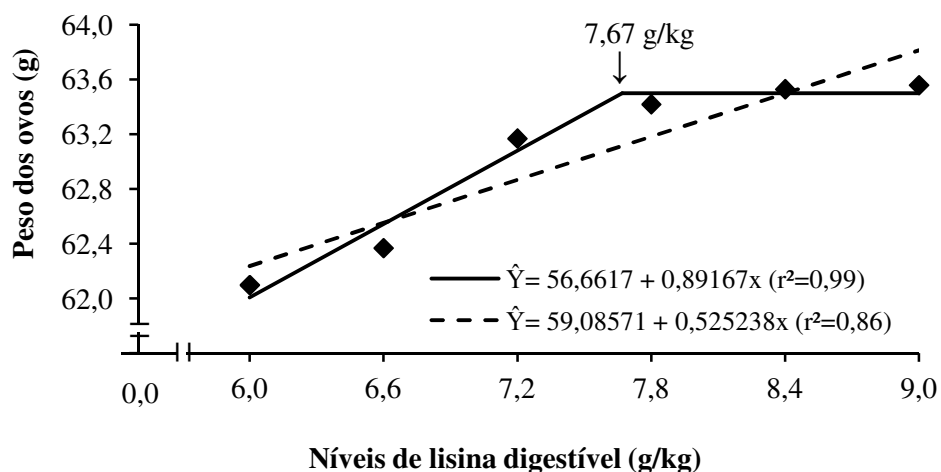


Figura 3 - Efeito dos níveis de lisina digestível na ração sobre o peso dos ovos de galinhas poedeiras leves no período de 42 a 58 semanas de idade.

A massa de ovos também aumentou ( $P < 0,01$ ) de forma linear em até 8,13% com os níveis crescentes de lisina na ração (Tabela 3). Apesar de este parâmetro ter apresentado comportamento linear, o modelo LRP foi o que melhor representou a distribuição dos dados. O platô ocorreu a partir do nível estimado de lisina digestível de 7,53 g/kg, correspondendo a produção de 55,57 g/ave/dia e ao consumo de lisina de 715 mg/ave/dia (Figura 4). Esse valor de consumo de lisina observado para massa de ovos foi inferior ao recomendado por Rostagno et al. (2011), que é de 803 mg/ave/dia para a mesma produção de massa de ovos (55,5 g/ave/dia). Essa diferença quanto a exigência de lisina pode estar relacionada ao perfil aminoácídico da ração, que pode levar a valores superestimados de lisina, caso esteja inadequado.

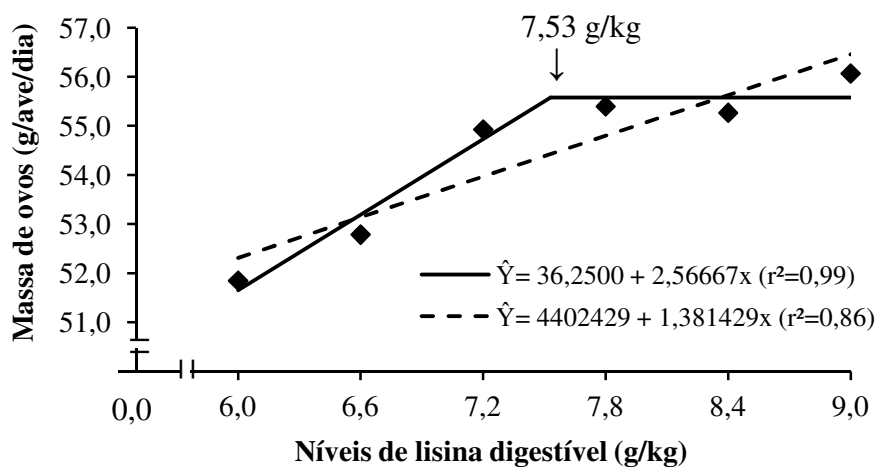


Figura 4 - Efeito dos níveis de lisina digestível na ração sobre a massa de ovos de galinhas poedeiras leves no período de 42 a 58 semanas de idade.

Resultados similares ao deste estudo foram encontrados por diversos autores, que verificaram menor massa de ovos em poedeiras alimentadas com os menores níveis de lisina digestível na ração por eles estudados (Rocha et al., 2009; Cupertino et al., 2009; Bonekamp et al., 2010). Figueiredo et al. (2012) observaram maior massa de ovos no nível estimado de 7,72 g/kg de lisina na ração de poedeiras leves de 42 a 58 semanas de idade, ao passo que Jardim Filho et al. (2010) não notaram influência dos níveis de lisina sobre a massa de ovos de poedeiras leves no período de 25 a 49 semanas de idade.

Não houve efeito significativo ( $P>0,05$ ) dos níveis de lisina sobre a conversão alimentar por dúzia de ovos (Tabela 3). Em estudos recentes, Rama Rao et al. (2013) também não verificaram efeito dos níveis de lisina (6,5 a 8,0 g/kg) sobre a conversão por dúzia de ovos em poedeiras leves no período de 39 a 74 semanas de idade. Pacheco et al. (2010), no entanto, encontraram melhor conversão por dúzia de ovos em poedeiras semipesadas no período de 48 a 60 semanas de idade, no nível de 5,87 g/kg de lisina.

A conversão alimentar por massa de ovos, no entanto, melhorou ( $P<0,01$ ) linearmente com a suplementação de lisina na ração (Tabela 3). O modelo LRP foi o que melhor representou a distribuição dos dados, com o início do platô estimado a partir do nível de 7,68 g/kg de lisina digestível (Figura 5). Esse nível corresponde ao consumo de lisina de 730 mg/ave/dia e está de acordo com os valores obtidos por Rocha et al. (2009), que relataram melhor conversão por massa de ovos no nível de 7,65 g/kg de lisina, embora tenha trabalhado com poedeiras leves de 24 a 40 semanas de idade.

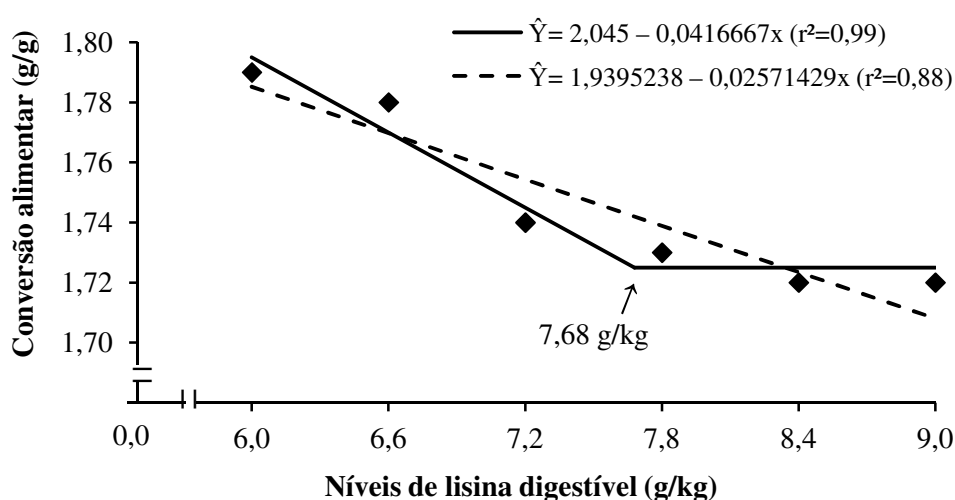


Figura 5 - Efeito dos níveis de lisina digestível na ração sobre a conversão alimentar por massa de ovos de galinhas poedeiras leves no período de 42 a 58 semanas de idade.

Os níveis de lisina na ração não proporcionaram ( $P>0,05$ ) efeito significativo sobre o peso da casca, mas influenciaram os pesos de gema ( $P>0,01$ ) e albúmen ( $P<0,01$ ), que variaram linearmente (Tabela 3). Esses aumentos foram de aproximadamente 3,3% para peso da gema e de 3,6% para peso do albúmen, no entanto, o modelo LRP foi o que melhor representou a distribuição dos dados, com os platôs estimados nos níveis de 8,17 g/kg para peso da gema (Figuras 6) e 7,94 g/kg para peso do albúmen (Figuras 7).

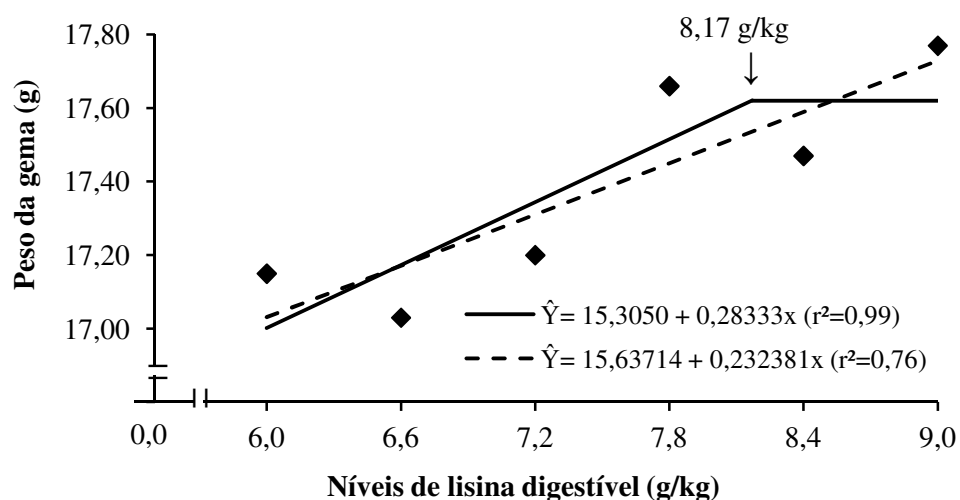


Figura 6 - Efeito dos níveis de lisina digestível na ração sobre o peso de gema dos ovos de galinhas poedeiras leves no período de 42 a 58 semanas de idade.

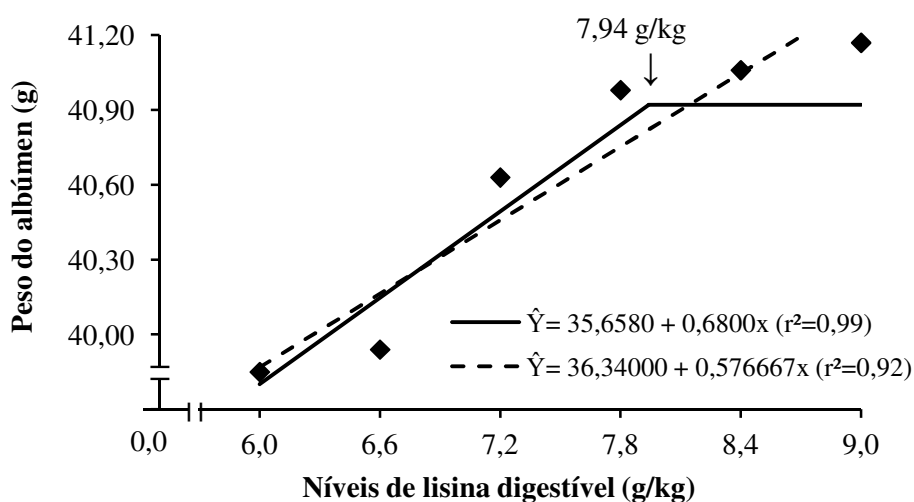


Figura 7 - Efeito dos níveis de lisina digestível na ração sobre o peso de albúmen dos ovos de galinhas poedeiras leves no período de 42 a 58 semanas de idade.

Assim como neste trabalho, Gunawadana et al. (2008) verificaram efeito dos níveis de lisina sobre os pesos de gema e albumén, mas não sobre o peso de casca. Além disso, esses autores observaram redução da proporção de casca, mas não nas proporções de albumén e de gema em ovos de poedeiras semipesadas no período de 39 a 52 semanas de idade. Posteriormente, Trindade Neto et al. (2011) não constataram alteração no peso da casca e de albumén, mas encontraram maior peso de gema no nível estimado de 7,58 g/kg de lisina na ração de poedeiras semipesadas no período de 48 a 60 semanas de idade.

O ganho de peso das poedeiras foi influenciado ( $P < 0,01$ ) pelos níveis de lisina na ração (Tabela 3). Embora tenha observado efeito linear para esse parâmetro, com aumento de mais de 45%, o modelo que melhor representou a distribuição dos dados foi o LRP, tendo o platô ocorrido a partir do nível de 8,14 g/kg de lisina digestível (Figura 8). Embora outros pesquisadores também tenham verificado aumento no peso das poedeiras causado pelos os níveis de lisina na ração (Rocha et al., 2009; Bonekamp et al., 2010; Rama Rao et al., 2011), deseja-se que nessa fase o ganho de peso seja mínimo, quase zero, visto que as poedeiras já atingiram a maturidade sexual e o excesso de peso corporal pode prejudicar a produção de ovos.

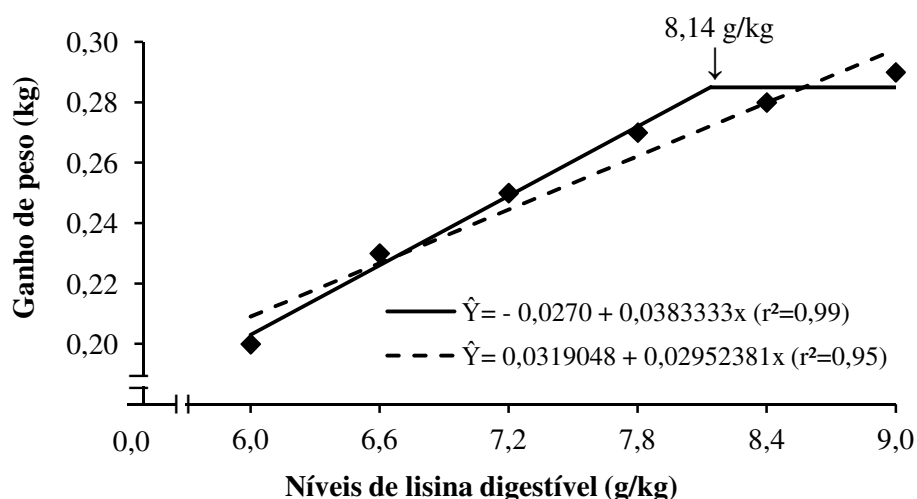


Figura 8 - Efeito dos níveis de lisina digestível na ração sobre o ganho de peso de galinhas poedeiras leves no período de 42 a 58 semanas de idade.

A exigência de lisina digestível na ração para se obter o maior peso de ovos (7,67 g/kg) foi superior àquela necessária para melhor produção de massa de ovos (7,53 g/kg), que, por sua vez, é similar ao valor necessário para maior produção de ovos (7,51 g/kg).

Esse resultados indicam que o maior aporte de nutrientes leva à produção de ovos mais pesados, dentro de um limite fisiológico das poedeiras. Portanto, dependendo da forma de comercialização dos ovos, a recomendação do nível de lisina na ração pode mudar.

Com base nos resultados obtidos para conversão por massa de ovos, a recomendação de lisina digestível na ração de poedeiras leves de 42 a 58 semanas de idade alojadas em gaiolas em galpão aberto é de 7,68 g/kg de ração e a exigência de lisina digestível estimada, de 730 mg/ave/dia, valor acima daquele sugerido pelo manual da marca comercial (Hy Line W-36, 2013), de 710 mg/ave/dia para produção ovos equivalente à obtida neste estudo. Essa recomendação, no entanto, é inferior à estabelecida por Rostagno et al. (2011), que é em média 803 mg/ave/dia para poedeiras leves em produção produzindo a mesma massa de ovos. Esse resultado sugere que os níveis de lisina digestível preconizados por Rostagno et al. (2011) podem estar superestimados, tendo-se em vista os altos índices produtivos observados neste estudo. A superestimação dos valores de lisina podem acontecer quando o perfil aminoácídico da ração está inadequado.

## CONCLUSÃO

A exigência de lisina digestível para galinhas poedeiras leves no período de 42 a 58 semanas de idade é de 7,68 g/kg de ração, que corresponde ao consumo médio diário de 730 mg de lisina digestível/ave.

## REFERÊNCIAS

BONEKAMP, R.P.; LEMME, A.; WIJTEN, P.J. et al. Effects of amino acids on egg number and egg mass of brown (heavy breed) and white (light breed) laying hens. **Poultry Science**, v.89, p.522-529, 2010.

BOUYEH, M.; GEVORGIAN, O.X. Influence of different level of lysine, methionine and protein on the performance of laying hens after peak. **Journal of Animal and Veterinary Advances**, v.10, p.532-537, 2011.

BREGENDAHL, K.; ROBERTS, S.A; KERR, B. et al. Ideal ratios of isoleucine, methionine, methionine plus cystine, threonine, tryptophan, and valine relative to lysine for white leghorn-type laying hens of twenty-eight to thirty-four weeks of age. **Poultry Science**, v.87, p.744-758, 2008.

BRUMANO, G.; GOMES, P.C.; DONZELE, J.L. et al. Níveis de metionina + cistina digestível em rações para poedeiras leves no período de 24 a 40 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.1228-1236, 2010.

CALDERANO, A.A.; GOMES, P.C.; DONZELE, J.L. et al. Digestible tryptophan:digestible lysine ratio in diets for laying hens from 24 to 40 weeks of age. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, p.2176-2182, 2012.

CARVALHO, F.B.; STRINGHINI, J.H.; MATOS, M.S. et al. Performance and nitrogen balance of laying hens fed increasing levels of digestible lysine and arginine. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, p.2183-2188, 2012.

CUPERTINO, E.S.; GOMES, P.C.; ALBINO, L.F.T. et al. Exigência nutricional de lisina digestível para galinhas poedeiras de 54 a 70 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.480-487, 2009.

FIGUEIREDO, G.O.; BERTECHINI, A.G.; FASSANI, E.J. et al. Performance and egg quality of laying hens fed with dietary levels of digestible lysine and threonine. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.64, p.743-750, 2012.



FURLAN, R.L. Influência da temperatura na produção de frangos de corte. IN: VII SIMPÓSIO BRASIL SUL DE AVICULTURA, 2006. Chapecó. **Anais...** Chapecó, 2006. p.104-135.

GUNAWARDANA, P.; ROLAND, D.A; BRYANT, M.M. Performance comparison and lysine requirements of seven commercial brown egg layer strains during phase one. **International Journal Poultry Science**, v.7, p.806-812, 2008.

HY-LINE DO BRASIL. **Guia de manejo Hy-Line variedade W36**. S.I.: s.n., 2013. 24p.

JARDIM FILHO, R.M.; STRINGHINI, J.H.; ANDRADE, M.A. et al. Níveis de lisina digestível para poedeiras Hy-Line W-36 em produção. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.787-795, 2010.

JOLY, P. **Reevaluation of Amino Acid Requirements for Laying Hens. Part 2: Lysine Requirement**. 2012. Disponível em: <<http://en.engormix.com/MA-poultry-industry/nutrition/articles/lysine-requirements-t1914/141-p0.htm>> Acesso em: 05/08/2013.

ÔNOL, A.G.; DASKIRAN, M.; CENGIZ, O. et al. Effects of dietary vitamin e and lysine supplementation on performance and egg shell quality parameters of heat stressed laying hens in early laying period. **Kafkas Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi**, v.18, p.49-54, 2012.

PACHECO, B.H.C.; TRINDADE NETO, M.A.; ALBUQUERQUE, R. et al. Níveis de lisina digestível e zinco quelato sobre os parâmetros produtivos de poedeiras marrons. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.2447-2452, 2010.

RAMA RAO, S.V.; RAVINDRAN, V; SRILATHA, T. et al. Effect of dietary concentrations of energy, crude protein, lysine, and methionine on the performance of White Leghorn layers in the tropics. **The Journal of Applied Poultry Research**, v.20, p.528-254, 2011.

RAMA RAO, S.V.; K KUMARI, N.R.; LATHA, T. S. et al. Influence of lysine levels on performance of layers with sub optimal protein in diet. **International Journal of Food, Agriculture and Veterinary Sciences**, v.13, p.17-25, 2013.

ROCHA, T.C.; GOMES, P.C.; DONZELE, J.L. et al. Níveis de lisina digestível em rações para poedeiras no período de 24 a 40 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.1726-1731, 2009.

ROCHA, T.C.; GOMES, P.C.; DONZELE, J.L. et al. Digestible threonine to lysine ratio in diets for laying hens aged 24-40 weeks. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.42, n.12, p.879-884, 2013a.

ROCHA, T.C.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C. et al. Ideal digestible isoleucine:digestible lysine ratio in diets for laying hens aged 24-40 weeks. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.42, n.11, p.780-784, 2013b.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3.ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2011. 252p.

SALAMA, A.A.; EL-SHEIKH, E.M. Effect of dietary protein and calcium level on productive performance of local laying hens under desert conditions. **Egyptian Poultry Science**, v.32, p.75-93, 2012.

TRINDADE NETO, M.A.; PACHECO, B.H.C.; ALBUQUERQUE, R. et al. Lysine and zinc chelate in diets for brown laying hens: effects on egg production and composition. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.377-384, 2011.

## CONCLUSÕES GERAIS

A exigência de lisina digestível para galinhas poedeiras leves no período de 24 a 40 semanas de idade é de 8,48 g/kg, que corresponde ao consumo médio diário de 813 mg de lisina digestível/ave.

Para galinhas poedeiras leves no período de 42 a 58 semanas de idade, a exigência de lisina digestível é de 7,68 g/kg de ração, que corresponde ao consumo médio diário de 730 mg de lisina digestível/ave.